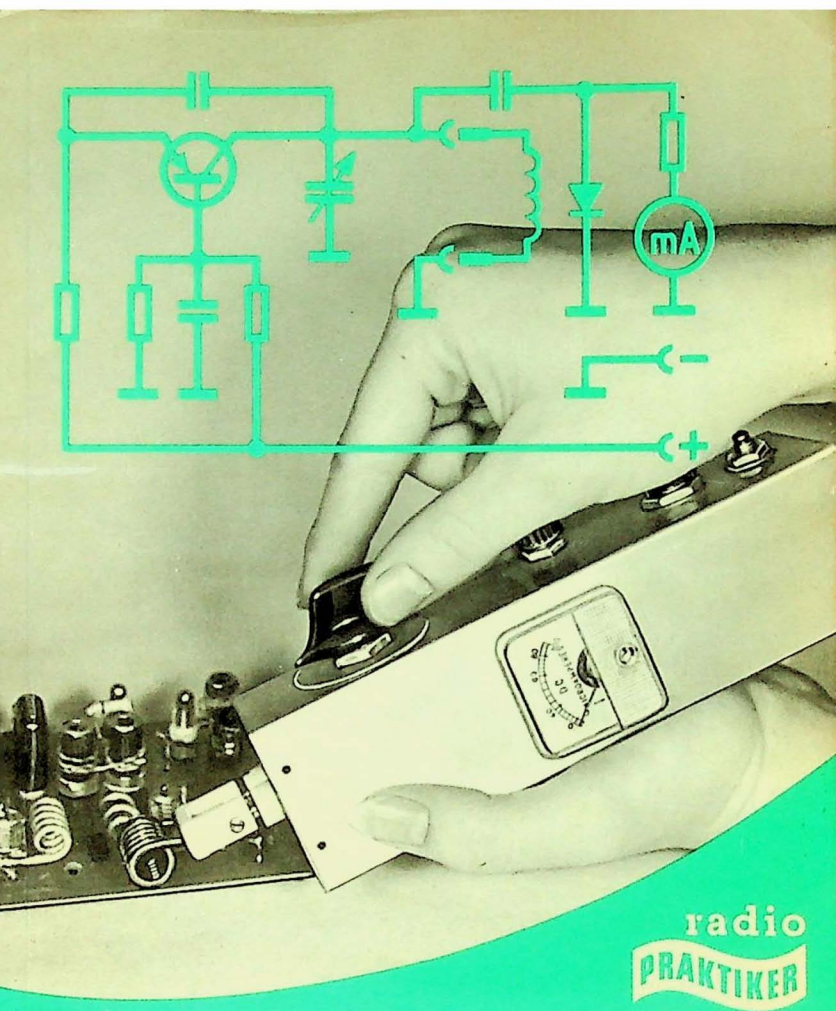


radio PRAKTIKER bücherei

Franzis

J. Reithofer

Dipmeter mit Röhren, Transistoren und Tunneldioden

RPB Radio-Praktiker-Bücherei Titelverzeichnis

Jeder Einfach-Band umfaßt etwa 60—70 Seiten, enthält bis zu 70 Bilder und Tabellen. Mehrfach-Bände entsprechend. Die Nummer vor dem Titel ist die Bestell-Nummer. Preisänderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten.

1 Endröhren und Endstufen-Transistoren und ihre Schaltungen (Sutaner). 3. Aufl. DM 2.90.

3/5 UKW-FM-Rundfunk-Praktikum (Mende). 6. Aufl. DM 7.90.

6 Antennen für Rundfunk- und Fernseh-Empfang (Mende). 12. Aufl. DM 2.90.

7/8 Niederfrequenz-Verstärker mit Röhren und Transistoren (Kühne). 12. Aufl. DM 5.60.

9/10 Tonbandgeräte-Praxis (Junghans). 10. Aufl. DM 5.60.

11/12 Mono-, Stereo- und Transistor-Mikrofone (Kühne). 7. Aufl. DM 5.60.

13 Schliche und Kniffe für Radiopraktiker, Teil I (Kühne). 9. Aufl. DM 2.90.

14 Wellen und Frequenzen für Rundfunk und Fernsehen (Büscher). 4. Aufl. DM 2.90.

16 Widerstandskunde für Radio-Praktiker (Hoffmeister). 5. Aufl. DM 2.90.

18/19 Radio-Röhren (Mende). 3. Aufl. DM 5.60.

20. Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern (Renardy). 11. Aufl. DM 2.90.

21/21a Funktechniker lernen Formelrechnen (Kunze). 7. Aufl. DM 5.60.

22/23a Lehrgang Radiotechnik Band I (Jacobs). 11. Aufl. DM 7.90.

24/25a dsgl., Band II (Jacobs). 6. Aufl. DM 7.90.

26 Meß- und Schaltungspraxis für Heimton und Studio (Kühne). 4. Aufl. DM 2.90.

27/27a Rundfunkempfang mit Transistoren und Detektoren (Mende). 12. Aufl. DM 5.60.

28/28b Glimmröhren und Kaltkatoden-Relaisröhren (Herrnkind). 5. Aufl. DM 7.90.

29/30 Kleines ABC der Elektroakustik (Büscher). 5. Aufl. DM 5.60.

31/32 Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure I. Teil (Steinhauser). 10. Aufl. DM 5.60.

33/35 Dioden-, Röhren und Transistorvoltmeter (Limann). 7. Aufl. DM 7.90.

37/38 Fehlersuche durch Signalverfolgung und Signalzuführung (Renardy). 5. Aufl. DM 5.60.

41/41a Kurzwellen- und UKW-Empfänger für Amateure Band 1. Geradeausempfänger und Standardsuper (Diefenbach). 11. Aufl. DM 5.60.

42/42b dsgl., Band 2. Spitzensuper und Transistorempfänger (Diefenbach). 2. Aufl. DM 7.90.

43 Musikübertragungs-Anlage (Kühne). 5. Aufl. DM 2.90.

44 Kurzwellen-Amateurantennen (Diefenbach). 7. Aufl. DM 2.90.

45/46 UKW-Sender- und Empfänger-Baubuch für Amateure (Steinhauser). 7. Aufl. DM 5.60.

48 Kleines Praktikum der Gegenkopplung (Mende). 4. Aufl. DM 2.90.

50 Praktischer Antennenbau (Mende). 12. Aufl. DM 2.90.

52/54d Fernsehempfangstechnik (Koubek). 1. Aufl. DM 18.30.

55/56a Fernsehtechnik von A bis Z (Wacker/Conrad). 5. Aufl. DM 7.90.

57 Tönende Schrift (Kluth). 3. Aufl. DM 1.90.

58 Morselehrgang (Diefenbach). 8. Aufl. DM 2.90.

59 Funk-Entstörungs-Praxis (Mende). 4. Aufl. DM 2.90.

60 Die Widerstand-Kondensator-Schaltung. Einführung in die RC-Schaltungstechnik (Schneider). 6. Aufl. DM 2.90.

62/62a Englisch für Radio-Praktiker (Stellrecht/Miram). 4. Aufl. DM 5.60.

66/67 Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure II. Teil (Steinhauser). 5. Aufl. DM 5.60.

68/70 Formelsammlung für den Radio-Praktiker (Rose). 10. Aufl. DM 7.90.

71 Bastelpraxis Band I. Allgemeine Arbeitspraxis (Diefenbach). 7. Aufl. DM 2.90.

72/73 Drahtlose Fernsteuerung von Flugmodellen (Schultheiss). 5. Aufl. DM 5.60.

74 Einkreis-Empfänger mit Röhren und Transistoren (Sutaner). 6. Aufl. DM 2.90.

Dipmeter
mit Röhren, Transistoren und Tunneldioden

Von

Ingenieur J. REITHOFER

Mit 92 Bildern und 5 Tabellen

2. Auflage

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Nr. 141/142 DER RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI

Cellu-Band

1969

Franzis-Verlag G. Emil Mayer KG

Sämtliche Rechte – besonders das Übersetzungsrecht – an Text und Bildern vorbehalten. Fotomechanische Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Verlages. Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, und jede Wiedergabe der Bilder, auch in verändertem Zustand, sind verboten.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, München 37, Karlstraße 35
Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.

Vorwort

In der Rundfunk- und Fernsehtechnik ist der Reparaturdienst ein entscheidender Faktor geworden. Wenn vor Jahren die Rundfunkwerkstatt ein notwendiges Übel war, sich meist nicht rentierte und nur als Kundendienst anzusehen war, so ist sie heute in vielen Fällen zum einträglichen Teil eines Fachgeschäftes geworden. Infolge der besonderen Marktverhältnisse beim Verkauf von Rundfunk- und Fernsehgeräten ist die Reparaturwerkstatt besonders für kleine Fachgeschäfte zur Haupteinnahmequelle emporgestiegen.

Aus diesem Grunde ergibt sich die unbedingte Notwendigkeit, auf die Ausstattung der Reparaturwerkstatt mit Meß- und Prüfgeräten ein besonderes Augenmerk zu legen. Eine reichhaltige und sinnvolle Ausrüstung erleichtert nicht nur die Auffindung und Behebung von Fehlern, sondern sie hilft vor allem viel Zeit sparen. Im Zeichen des Mangels an guten Fachkräften mit großen Erfahrungsschatz müssen deswegen auch den fachlich weniger geschulten Kräften Hilfsmittel in die Hand gegeben werden, mit denen sie ohne besondere Schulung wirkungsvoll umgehen können.

In dieser Hinsicht sind Dipmeter, wie sie im vorliegenden Band beschrieben werden, besonders geeignet. Für den Lehrling in diesem Beruf ist z. B. der Selbstbau eines Dipmeters eine besonders gute Übung, weil er damit einmal eine lehrreiche Begegnung mit einem Oszillator hat und zum anderen seine ersten Gehversuche in der Messung und Prüfung von Schwingkreisen absolviert.

Die gleichen Verhältnisse ergeben sich beim angehenden Funkamateur. Hier hilft ein Dipmeter viel Ärger und Kosten mit nicht funktionierenden Schaltungsaufbauten sparen. Für ihn sollte ein Dipmeter das erste Bauprojekt überhaupt sein. Speziell den jungen Funkamateuren, denen manchmal die finanziellen Mittel sehr knapp sind, gilt der Rat, vor allen anderen Bauvorhaben sich erst ein Dipmeter anzuschaffen, bzw. noch besser selbst zu bauen. Der Selbstbau des Dipmeters ist für sie nicht nur lehrreich, sondern das Gerät hilft auch viel Ärger und Kosten sparen.

Nicht zuletzt sei auch noch der Labortechniker erwähnt, für den ein Dipmeter so viel sein kann wie für einen Tischler oder Zimmermann der Meterstab. Mit dem Dipmeter hat er die Möglichkeit, Versuchsaufbauten schon während der Zusammenstel-

lung der Teile, also vor Inbetriebnahme, auf die spätere Funktion zu untersuchen.

In allen Fällen ist ein Dipmeter ein nützliches Hilfsmittel mit einer sehr vielseitigen Anwendungsmöglichkeit bei äußerst kleinen Erstellungskosten.

Nachdem ich lange Jahre in der Rundfunk- und Fernsehgeräte-Reparaturtechnik sowie auch im Laborbetrieb tätig war und außerdem in den vielen Jahren meiner Funkamateurtätigkeit reiche Erfahrungen sammeln konnte, glaube ich mir ein Urteil über den Wert und die Anwendungsmöglichkeiten der Dipmeter erlauben zu können. Bei den geringen Anschaffungskosten und der vielseitigen Verwendbarkeit der Dipmeter hoffe ich mit meinen Ausführungen manchen Techniker oder Funkamateur diesem Gebiet näherzubringen.

Straubing J. Reithofer

Für Dipmeter und Diper gibt es keine einheitliche Schreibart, sogar der Duden schweigt sich aus. Neben der erwähnten gibt es die Schreibart Dippmeter und Dipper. In der vorliegenden Ausgabe schreiben wir die beiden Wörter mit je einem p, jedoch soll dies in Anbetracht des sich weiter entwickelnden Sprachgebrauchs keine Festlegung für alle Zeiten sein.

Inhalt:

1 Allgemeines über Dipmeter 7
1.1 Wirkungsweise eines Dipmeters 8
1.2 Resonanzanzeige 11
1.3 Anwendungsgebiete 15

2 Röhren-Griddipmeter 17
2.1 Schaltungstechnik 17
2.2 Anzeigeeinrichtungen 22
2.3 Einstellskala 25
2.4 Stromversorgung 27
2.5 Ausführungen von Selbstbau-Griddipmetern 30
2.6 Industrieausführung eines Griddipmeters 36

3 Transistor-Dipmeter 41
3.1 Schaltungstechnik 41
3.2 Anzeigeeinrichtungen 44
3.3 Abstimmeinrichtungen 47
3.4 Stromversorgung 54
3.5 Bauvorschlag für einen Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung 56
3.6 Bauvorschlag für einen Transdiper mit Diodenabstimmung 62
3.7 Bauvorschlag für einen einfachen Kurzwellen-Transdiper ... 69
3.8 Transdiper als Absorptionsfrequenzmesser 73

4 Tunneldioden-Dipmeter 75
4.1 Schaltungstechnik 75
4.2 Anzeigeeinrichtung eines Tunneldipers 77
4.3 Stromversorgung 78

5 Eichung der Dipmeter 79
5.1 Eichung des Gerätes 79
5.2 Eichung mit Absorptionsfrequenzmesser 81
5.3 Eichung mit Empfänger 83
5.4 Eichung mit Lecherleitung 84

6 Arbeiten mit dem Dipmeter 91
6.1 Anwendung in der Rundfunk- und Fernsehtechnik 92
6.2 Anwendung beim Labortechniker und Funkamateur 99

7 Bauvorschlag für einen Absorptionsfrequenzmesser 103
8 Abschlußbetrachtungen 111
Literaturverzeichnis 113
Sachverzeichnis 115

1 Allgemeines über Dipmeter

Ein Dipmeter ist ein Oszillator, dem bei der Ankopplung an einen passiven Schwingkreis im Resonanzfalle Energie entzogen wird. Dieser Energieentzug wird auf verschiedene Art sichtbar gemacht.

Beim Röhrenoszillator wird beispielsweise der Gitterstrom kleiner. Wird ein Röhrenoszillator, dessen Schwingkreis abstimmbar ist, mit einem zu untersuchenden passiven Schwingkreis induktiv gekoppelt, so wird beim Abstimmen des Oszillatorkreises im Resonanzfalle mit dem passiven Kreis ein im Gitterkreis der Oszillatorröhre liegendes Milliamperemeter einen *„Dip"* anzeigen. Ein ähnlicher Dip wäre auch auf einem in den Anodenstromkreis der Oszillatorröhre geschalteten Milliamperemeter sichtbar. Im Anodenkreis wird nicht wie im Gitterkreis der Strom kleiner, sondern größer. Die Größe des Dips ist aber im Anodenstromkreis wesentlich geringer als im Gitterkreis. Aus diesem Grunde verwendet man der besseren Sichtbarmachung wegen meist nur den Gitterstrom-Dip.

Das englische Wort *grid* für das Gitter einer Röhre ergab den Namen *Griddipmeter*. Der Name für diese Meßeinrichtung hat sich nun schon so eingebürgert, daß sogar neuerdings mit Transistoren bestückte Dipmeter fälschlicherweise mit Griddipmeter angesprochen werden. Bei transistorisierten Geräten ist dieser Name falsch, da ja in diesem Falle kein „grid", also kein Gitter vorhanden ist. Hier scheint der Ausdruck *Transistor-Diper* oder, falls ganz allgemein von dieser Meßeinrichtung die Sprache ist, der Name *Dipmeter* angebracht.

Neuerdings werden diese Einrichtungen, wie nachstehend noch genauer erläutert wird, auch mit Tunneldioden (oder auch Esaki-Dioden genannt) bestückt, so daß sich für diesen Fall der Name *Tunnel-Diper* anbietet.

In den nachfolgenden Beschreibungen werden folgende Bezeichnungen angewandt:

Dipmeter ist der allgemeine Ausdruck für eine Meßeinrichtung, mit der beispielsweise mit einem Oszillator ein passiver Schwingkreis untersucht wird. Dabei ist über die Bestückung des Meßgerätes nichts gesagt.

Griddipmeter ist der spezielle Name für eine mit Röhren bestückte Meßeinrichtung, bei der der Gitterstromdip im Resonanzfalle verwendet wird. Ob dabei die Anzeige direkt über ein Milliamperemeter oder über eine Verstärkereinrichtung oder mittels eines Magischen Auges erfolgt ist gleichgültig.

Transistor-Dipmeter, auch *Transdiper* genannt, ist eine ebenfalls zur Resonanzmessung dienende Einrichtung, die mit Transistoren bestückt ist. Dabei ist die Art der Anzeige ähnlich wie beim Griddipmeter nicht umrissen. Der Name bezeichnet hier die Bestückung des Dipmeter-Oszillators.

Tunneldiper ist der Name für ein mit einer Tunneldiode bestücktes Dipmeter. Auch hier beschreibt der Name keineswegs die Anzeigeeinrichtung, sondern nur die Funktion und Bestükkung des Dipmeters.

Dem Verfasser erscheint die Feststellung dieser Begriffe von besonderer Bedeutung, damit bei späteren Beschreibungen dieser Geräte, bei denen von allen Arten der Dipmeter die Rede sein wird, keine Irrtümer auftreten. Nachdem eigentlich nichts gegen eine Normung dieser Begriffe sprechen würde, muß festgestellt werden, daß gerade in der Literatur in diesem Falle die widersprechendsten Angaben zu finden sind. So findet man ab und zu die Bezeichnung „Transistor-Griddipmeter" für ein mit Transistoren bestücktes Dipmeter. Wie schon erwähnt, kann aber beim Transistor von keinem „Griddip" gesprochen werden. Ebenso widersprechend ist der Name „Tunnel-Griddipmeter". Der Ausdruck Griddipmeter hat sich bereits so stark eingebürgert, daß es fast schwierig erscheint, ihn auf röhrenbestückte Geräte zu begrenzen.

1.1 Wirkungsweise eines Dipmeters

Mit der Definition der verschieden bestückten Dipmeter ist bereits einiges über deren Technik verraten. Beim röhrenbestückten Dipmeter, also bei dem Griddipmeter, wird der *Gitterstromdip* sichtbar gemacht. Dies geschieht am einfachsten dadurch, daß ein Milliamperemeter in den Gitterkreis geschaltet wird **(Bild 1)**.

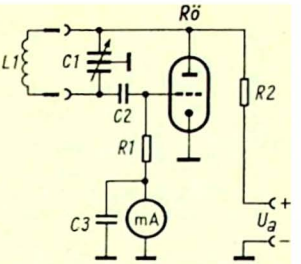


Bild 1. Röhrenoszillator mit Milliamperemeter im Gitterkreis zur Messung des Gitterstromes

Die Anordnung stellt einen mit einer Röhre bestückten Oszillator in Colpittsschaltung dar. Das mit dem Gitterableitwiderstand R 1 in Reihe liegende Milliamperemeter zeigt im Schwingzustand der Röhre einen Gitterstrom an. Auf verschiedene Schaltungsvarianten wird in einem späteren Abschnitt noch eingegangen.

Wird nun dem Oszillator-Schwingkreis ein zu untersuchender passiver Schwingkreis genähert, also an diesen induktiv angekoppelt, so wird dem Oszillatorkreis bei der Resonanz beider Kreise Energie entzogen. Dieser Energieentzug bewirkt auf der Gitterstromseite eine Verringerung des Gitterstromes. Nachdem beim Durchstimmen des Oszillatorkreises die Resonanzstelle je nach dem Kopplungsgrad der beiden Kreise ausgeprägt scharf ist, fällt auch der Gitterstrom entsprechend plötzlich ab. Dieser Gitterstromabfall wird nun in der englischen Sprache *dip* genannt.

Wird der Oszillator eines Dipmeters mit einem Transistor bestückt, so muß ein anderer Weg als bei der Röhre beschritten werden. Es wäre wohl auch hier möglich, z. B. mit einem in den Basiskreis geschalteten Milliamperemeter, einen Dip beim Energieentzug im Resonanzfall mit dem Meßobjekt festzustellen. Dieser Dip ist aber im Verhältnis zu dem bei der Röhre sehr gering und nicht in allen Fällen ausreichend sichtbar. Späteren Erläuterungen ist es vorbehalten, zu erklären, warum der Dip nicht bei allen Meßobjekten gleich groß ist.

Ein einfacher und auch gangbarer Weg ist es, beim Transistor-Dipmeter die Größe der am Schwingkreis stehenden Hf-Spannung auf irgendeine Weise sichtbar zu machen. Die Größe dieser Hf-Spannung ist ein Kriterium für die Resonanzlage des Oszillators gegenüber dem Meßobjekt.

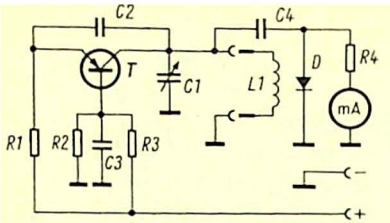


Bild 2. Transistor-Oszillator mit Hf-Gleichrichtung und Milliamperemeter zur Resonanzanzeige

Das gleiche Prinzip ließe sich selbstverständlich auch beim Röhren-Griddipmeter anwenden. Dort ist aber die Anzeige des Gitterstromdips einfacher und deswegen allgemein üblich.

Bild 2 zeigt die Prinzipschaltung eines Transistor-Dipmeters. Der Transistor-Oszillator wird mit seinem Schwingkreis C 1/L 1 durch den Rückkopplungskondensator C 2 zum Schwingen angeregt. Über den Kondensator C 4 wird die am Schwingkreis C 1/L 1 stehende Hf-Spannung dem Gleichrichter D zugeführt. Die gleichgerichtete Spannung zeigt das mit R 4 in Reihe liegende Milliamperemeter an. Bei Resonanz des Oszillators mit dem Meßobjekt ändert sich die Hf-Spannung und damit auch der Ausschlag am Milliamperemeter.

Unberücksichtigt blieb bisher die *Größe* der Anzeige. Gerade beim Transistor-Dipmeter kann der Dip der gleichgerichteten Hf-Spannung sehr klein und deshalb an einem Milliamperemeter gemäß Bild 2 recht schwierig zu erkennen sein. In der Praxis werden häufig geeignete Verstärkereinrichtungen angewandt.

Wie beim Transistor-Dipmeter wird auch beim Tunnel-Dipmeter die Hf-Spannung des Schwingkreises gleichgerichtet und einer Anzeigeeinrichtung zugeführt **(Bild 3).** Die Tunneldiode – nach dem Entdecker des Tunneleffektes, dem japanischen Wissenschaftler Esaki auch Esaki-Diode genannt – liegt parallel zum Schwingkreis C 1/L 1. Durch eine entsprechende Arbeitspunkteinstellung für die Tunneldiode E wirkt diese in ihrer Charakteristik als negativer Widerstand und entdämpft den Schwingkreis so weit, daß die Anordnung zur Selbsterregung kommt. Die am Schwingkreis entstehende Hf-Spannung ist so niedrig, daß sie nach der Gleichrichtung in zwei oder drei Stufen verstärkt werden muß. Erst dann ist der Dip gut erkennbar.

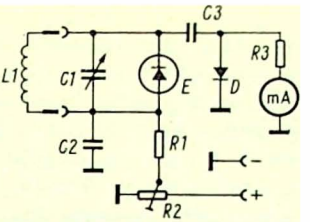


Bild 3. Tunneldioden-Oszillator mit Hf-Gleichrichtung und Anzeigeinstrument

Wie später noch beschrieben wird, könnte man auch am Diodenstrom einer Tunneldiode im Resonanzfalle einen Dip erkennen. Ein in die Stromzuführung der Diode gelegtes Mikroamperemeter würde genügen.

Zusammenfassend sei festgestellt, daß bei allen Dipmeterarten dem Oszillator im Resonanzfalle durch das Meßobjekt Leistung entzogen wird. Dieser Energieentzug äußert sich durch Strom- und Spannungsänderungen an den Oszillatoren, die dann durch geeignete Einrichtungen sichtbar zu machen sind.

1.2 Resonanzanzeige

Beim Röhrenoszillator eignet sich, wie schon erwähnt, neben dem Anodenstrom auch der Gitterstrom zur Anzeige. Gerade der Gitterstrom ist beim Energieentzug im Resonanzfall sehr großen Änderungen unterworfen. Aus diesem Grunde ist er besonders gut zur Sichtbarmachung der Resonanz geeignet. Je nach der verwendeten Röhrentype und eingestellten Anodenleistung hat der Gitterstrom eine entsprechende Größe. Zur Anzeige eignen sich bei schwachen Röhren und kleiner Anodenleistung Milliamperemeter mit etwa 1 mA Vollausschlag. Wie später noch gezeigt wird, kann ein regelbarer Gitterwiderstand zur Einstellung des Meßbereiches gute Dienste leisten. Dies ist besonders bei verschiedenen Frequenzbereichen von Bedeutung.

Soll der Dip besonders gut sichtbar sein, so wird am Gitterwiderstand ein Teil des dort entstehenden Spannungsabfalles abgegriffen, über ein weiteres Röhrensystem verstärkt und dann einer Anzeigeeinrichtung zugeführt.

Die Größe des Dips ist von der Frequenz und sehr wesentlich von der Schwingkreisgüte des zu untersuchenden Objektes ab-

hängig. Das ist auch der hauptsächliche Grund, warum man gelegentlich Verstärkerstufen für die Anzeige vorsieht.

Neben der Anzeige durch ein Milliamperemeter ist noch die Verwendung eines *Magischen Auges* gebräuchlich. Dieses ist gegenüber dem Milliamperemeter wohl in der Anschaffung billiger, es ist aber, was die Anzeigegenauigkeit anbelangt, nicht so augenfällig. Kleine Veränderungen der Leuchtsektoren sind nicht so gut sichtbar wie eine kleine Änderung eines Zeigerausschlages beim Meßinstrument. Das Magische Auge hat aber andererseits den Vorteil, daß es bequemer mit der Oszillatorröhre zusammengebaut werden kann. Nachdem für den Röhrenoszillator bereits eine Spannungsquelle vorhanden ist, ist für das Magische Auge keine besondere Stromversorgung erforderlich. Bei entsprechender Wahl des Röhrentyps kann ein mit dem Anzeigesystem im gleichen Glaskolben untergebrachtes Trioden- oder Pentodensystem sogar für den Oszillator Verwendung finden.

Bei dieser Gelegenheit seien einige Worte zur Wahl der Oszillatorröhre gesagt. Wird nur bei niedrigen Frequenzen gearbeitet, so ist die zu verwendende Röhrentype in keinem Falle kritisch. Stehen jedoch Frequenzen im UKW-Bereich oder noch kürzere Wellenlängen zur Diskussion, ist eine für diese Bereiche geeignete Röhre zu wählen. In den UHF-Bereichen sind dann schon z. B. die Elektrodenkapazitäten der UKW-Röhren zu groß. Hier findet man einen Ausweg in der Verwendung von Doppeltrioden in einer Gegentaktschaltung. In diesem Falle liegen die Elektrodenkapazitäten in Reihe mit dem Schwingkreis, und sie sind damit kleiner in der Wirkung, so daß selbst für hohe Frequenzen bei kleinsten Induktionen des Schwingkreises noch Abstimmkapazitäten verbleiben. Unter Umständen kann es vorteilhaft sein, auf einen Abstimmkondensator zu verzichten und die Induktion des Schwingkreises veränderlich zu gestalten.

Die als Oszillatorröhre in Frage kommenden Röhrensysteme der Magischen Augen sind günstigenfalls noch bis etwa 100 MHz brauchbar, aber auf keinen Fall für wesentlich höhere Frequenzen geeignet.

Im Abschnitt 1.1 wurde schon erwähnt, daß beim Transistor-Dipmeter ein in den Kollektorkreis geschaltetes Milliamperemeter keine besonders gute Anzeige liefert. Die Stromänderun-

gen sind im Resonanzfalle anteilmäßig zum Kollektorstrom so gering, daß sie selten zur Anzeige herangezogen werden können. Bei Verwendung des Basisstromes liegen die Verhältnisse ähnlich ungünstig. Dort käme noch hinzu, daß zur Messung sehr empfindliche und damit teuere Milli- bzw. Mikroamperemeter erforderlich wären. Der einfachste Weg ist es, wie schon erwähnt, die am Schwingkreis vorhandene Hf-Spannung gleichzurichten und auf verhältnismäßige einfache Art über einen weiteren Transistor zu verstärken, um so eine ausreichende Anzeige zu erhalten.

Der Verwendung eines Magischen Auges stünde auch hier nichts im Wege, wenn nicht die Stromversorgung zu berücksichtigen wäre. Die gleichgerichtete und eventuell noch verstärkte Hf-Spannung des Schwingkreises könnte gut zur Steuerung eines Magischen Auges oder eines Magischen Striches Verwendung finden. Ohne eine besondere Stromversorgung für das Magische Auge vorsehen zu müssen, könnte u. U. die Batterietype DM 70 zur Anzeige dienen. Diese Röhre arbeitet schon bei einer verhältnismäßig niedrigen Spannung.

Wie schon kurz erwähnt, sind die Anzeigeprobleme beim Tunnel-Dipmeter dieselben wie beim Transistor-Dipmeter. Hier ist besonders wegen der niedrigen Hf-Spannung am Schwingkreis eine mehrstufige Verstärkung erforderlich. Derartige Verstärker sind, so einfach sie im Schaltschema aussehen, nicht immer ganz so leicht stabil zu bekommen. Besonders Temperaturschwankungen machen zu schaffen.

Zum Anzeigeinstrument selbst ist ebenfalls einiges zu sagen. Es wurde schon angedeutet, daß je nach der Anwendungsart ein Milliamperemeter einen entsprechenden Meßbereich haben soll. Wird das Instrument beim Griddipmeter in den Gitterkreis der Röhre eingeschaltet, so sind dafür Bereiche von 0...500 µA bis 0...2 mA gut brauchbar. Ist eine Verstärkerstufe vorhanden, so braucht das Instrument nicht so sehr empfindlich zu sein. Später wird unter anderem eine Schaltung gezeigt, bei der ein einfaches Voltmeter zur Anwendung kommt.

Bei der Wahl nach den mechanischen Abmessungen kommt es darauf an, ob das Instrument mit dem Oszillator zu einer Einheit zusammengebaut oder beispielsweise in einem getrennten

Stromversorgungsteil untergebracht werden soll. Der Zusammenbau des Instrumentes mit dem Oszillator hat den Vorteil, daß das Instrument etwa in der gleichen Blickrichtung zum Meßobjekt liegt. Um mit dem Gerät in enge Schaltungsaufbauten eintauchen zu können, müssen die äußeren Abmessungen möglichst klein gehalten, auch muß das Gehäuse schlank gestaltet werden. In diesem Falle ist dann nur mehr der Einbau von kleinen Instrumenten mit kurzem Skalenweg möglich. Die Ablesegenauigkeit leidet darunter erheblich. Beim Einbau des Instrumentes in einen getrennten Stromversorgungsteil ergibt sich dagegen der Vorteil, eine Ausführung mit großem Gehäuse und mit übersichtlicher Skala anwenden zu können.

Wird der Stromversorgungsteil eines netzbetriebenen Griddipmeters mit dem Oszillator und dem Meßinstrument in einem Gehäuse zusammengebaut, so wird, wenn das Gerät nicht zu sehr an Handlichkeit verlieren sollte, die Anwendung von Spezialteilen erforderlich.

Beim Transistor- und beim Tunnel-Dipmeter ist diese Konstruktionsbedingung wesentlich günstiger. Der Stromverbrauch dieser Geräte ist so gering, daß die Speisung am einfachsten durch kleine, in dem Dipmetergehäuse leicht unterzubringende Batterien erfolgt. Damit gewinnt das Gerät durch den Wegfall jeglicher Anschlußschnüre und durch niedriges Gewicht sowie kleine Dimensionen sehr an Handlichkeit.

Ein weiterer wichtiger Punkt beim Bau eines Dipmeters ist die Anordnung des Instrumentes zum Schwingkreis-Einstellknopf. Überlegt man die praktische Anwendung des Gerätes, so ergibt sich sofort die beste Lösung. Bei der Handhabung des Gerätes muß einmal die Annäherung der Schwingkreisspule an das Meßobjekt und zum anderen das Anzeigeinstrument im Blickfeld sein. Deshalb ist der Zusammenbau des Meßinstrumentes mit dem Oszillator praktisch, obgleich dabei nur ein kleines Anzeigeinstrument verwendet werden kann. Häufig werden das Meßinstrument und die Einstellskala auf derselben Seite des Gehäuses angebracht. In **Bild 4** ist der Nachteil dieser Anordnung zu erkennen. Mit der die Einstellskala bedienenden Hand wird das Instrument verdeckt, und es ist deshalb nicht oder nur

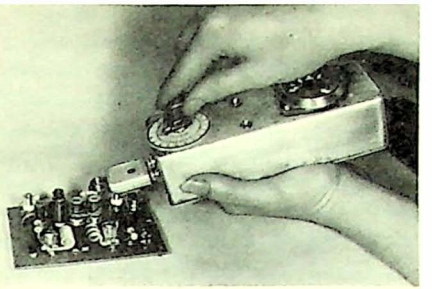


Bild 4. Während des Einstellvorganges wird das Anzeigeinstrument mit der Hand verdeckt

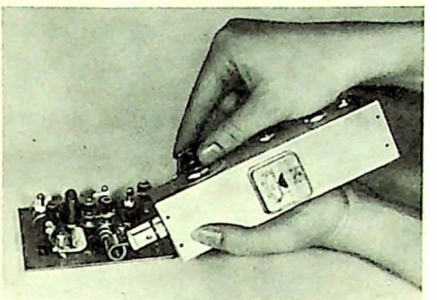


Bild 5. Dipmeter mit günstigerer Anordnung des Anzeigeinstrumentes

umständlich zu beobachten. Beim Meßvorgang muß aber die Einstellskala gar nicht im Blickfeld des Bedienenden sein. Eine Anordnung der Skala am hinteren Ende des Gehäuses ist aus hochfrequenzmäßigen Gründen nicht möglich; eine mechanische Verlängerung der Abstimmittel ist umständlich und meist nur mit größerem Aufwand durchführbar.

Einfach ist eine Lösung nach **Bild 5**. Das Anzeigeinstrument ist auf der Oberseite des Gehäuses, und die Einstellskala ist an einer Seitenwand montiert. Dabei kann man mühelos das Instrument und die Lage der Schwingkreisspule beobachten und gleichzeitig den Skalenantrieb bedienen. Das Ablesen der gefundenen Skaleneinstellung wird erst nach dem Meßvorgang vorgenommen.

1.3 Anwendungsgebiete

Dipmeter werden am häufigsten verwendet, um die Resonanzfrequenz von Schwingkreisen zu bestimmen. Diese Messung hat

der Rundfunk- und Fernsehtechniker bei der Reparatur schadhafter Geräte, der Labortechniker und der Funkamateur bei der Erprobung neuer Schaltungsaufbauten durchzuführen.

Bei der Rundfunk- und Fernsehgerätereparatur geht es beispielsweise darum, Schwingkreise festzustellen, die durch Defekte an Kondensatoren und Spulen außer Resonanz kamen. Auf diese Weise sind sehr schnell und sicher Fehlerquellen einzukreisen und anschließend zu beheben. Auch Messungen an aktiven Schwingkreisen, wie bei Oszillatoren, können mühevolle und langwierige Sucharbeit verkürzen. Nicht zu vergessen sind Messungen an Antennenanlagen, denen meist zu wenig Bedeutung beigemessen wird, die aber für das einwandfreie Funktionieren einer Anlage Voraussetzung sind.

Für den Rundfunktechniker ist das Dipmeter auch außerhalb der Werkstätte, also beim Unterwegs-Kundendienst, ein wertvolles Hilfsmittel. Es ist nicht groß und dabei leicht im Gewicht, und es sollte deshalb in keiner Reparaturausrüstung fehlen. Bei der Kundschaft kann das Dipmeter, als Oszillator verwendet, in vielen Fällen eine schnelle und sichere Fehlerdiagnose ermöglichen.

Für den Labortechniker und ebenso für den Funkamateur ist ein Dipmeter ein wertvolles und praktisches Meßgerät. In vielen Fällen werden entweder über den Daumen gepeilte oder auch berechnete Schwingkreise in Schaltungsaufbauten verwendet, die nach dem Einbau und der Komplettierung mit anderen Bauteilen auf die Sollfrequenz zu überprüfen sind. Mit dem Dipmeter ist diese Überprüfung sogar im „kalten" Zustand der Schwingkreise, also ohne Inbetriebnahme unter Spannung, möglich.

Speziell für den Funkamateur gibt es eine Menge Anwendungsgebiete, die in späteren Abschnitten in ihren Einzelheiten noch beschrieben werden. Man muß erst einmal einige Zeit mit diesem einfachen Gerät gearbeitet haben, um den vollen Wert seiner Eigenschaften zu erkennen. Gerade wegen seiner Einfachheit ist man, in Unkenntnis der Eigenschaften, zu gern geneigt, dem Dipmeter wenig Bedeutung zuzumessen.

2 Röhren-Griddipmeter

Trotz der immer beliebter werdenden Transistorisierung von Empfängern und auch von Meßgeräten hat das Röhren-Griddipmeter seine Bedeutung noch lange nicht verloren. Hervorzuheben sind an dieser Stelle die größere Oszillatorleistung gegenüber dem Transistor-Dipmeter und die damit verbundene größere Wirksamkeit bei schlechten Schwingkreisen. Wenn diese Vorteile von der günstigeren Stromversorgung der Transistor-Dipmeter auch teilweise wieder aufgewogen werden, so ist das Röhren-Griddipmeter für den stationären Betrieb nach wie vor noch interessant. Hinzu kommt, daß gerade bei sehr hohen Frequenzen die große Hf-Leistung und der niedrige Preis der Röhren selbst für diese Frequenzen gegenüber den Transistoren als Pluspunkte anzusehen sind.

Das sind alles Gründe, warum das Griddipmeter so schnell nicht in der Versenkung verschwinden wird und es auch in diesem Rahmen noch eine gebührende Behandlung findet.

2.1 Schaltungstechnik

In Bild 1 wurde bereits die Prinzipschaltung eines Griddipmeters mit Colpittsoszillator gezeigt. Bei der Wahl der Oszillatorschaltung kommt es hier nicht so sehr auf die Frequenzstabilität an wie bei einem Sender oder Empfänger, sondern mehr auf das sichere Anschwingen über einen großen Frequenzbereich und auf möglichst wenig Anschlüsse für die Schwingkreisspule. Darüber hinaus sollen über möglichst große Frequenzbereiche hinweg keine Schaltungsteile, wie Widerstände oder Kondensatoren, geändert werden müssen. Diese Forderungen sind im Hinblick auf die einfache Gestaltung der Steckspulen von Bedeutung.

Wenn der Gitterstrom über größere Bereiche hinweg nicht gleich groß bleibt, so ist dies nicht weiter nachteilig, denn man kann dies durch Regelung des Gitterwiderstandes oder der Anodenspannung ungefähr wieder ausgleichen.

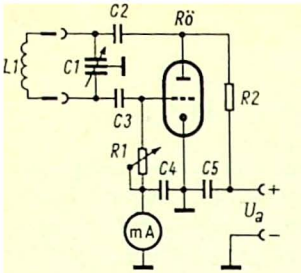


Bild 6. Röhren-Griddiposzillator, bei dem der Schwingkreis durch die Kondensatoren C 2 und C 3 galvanisch von der Röhre getrennt ist

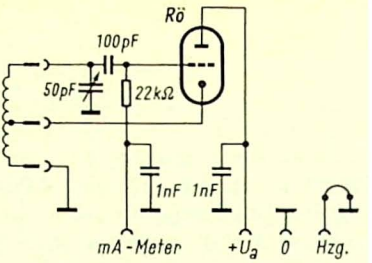


Bild 7. Griddiposzillator in Ecoschaltung

Neben der Colpittsschaltung wird für Griddipmeter-Oszillatoren unter anderem auch gern *die Eco-Schaltung* angewandt. Sie hat neben ihren sonst guten Schwingeigenschaften hier aber leider den Nachteil, daß die Schwingkreisspule dreipolig auszuführen ist. Für den Abstimmdrehkondensator ergäbe sich sogar der Vorteil, daß keine Schmetterlingsausführung, sondern ein Einfach-Drehkondensator verwendet werden kann. Es ist Geschmacksache, welchem Vorteil der Vorzug gegeben und welcher Nachteil in Kauf genommen werden soll.

Damit an die Schwingkreisspule keine Anodenspannung zu liegen kommt, wird in der Praxis die Schaltung nach Bild 1 dahingehend geändert, daß zur galvanischen Trennung außer dem in der Gitterleitung liegenden Kondensator C 3 auch anodenseitig ein Kondensator eingefügt wird. In **Bild 6** trennt der Kondensator C 2 die Anode galvanisch vom Schwingkreis. Dadurch können eventuelle Verletzungen der Isolierung der Schwingkreisspulen keine Kurzschlüsse oder sonstige Schäden verursachen.

Der Widerstand R 1 ist regelbar und ermöglicht die Einstellung eines über alle Arbeitsbereiche hinweg am Milliamperemeter gut ablesbaren Gitterstromes. Dabei ist die Größe des Gitterstromes bei allen Schaltungen völlig uninteressant, es ist nur auf einen gut sichtbaren Dip zu achten.

Um nicht eine Unzahl von Schwingkreisspulen vorrätig halten zu müssen, ist es wünschenswert, mit jeder einzelnen Spule

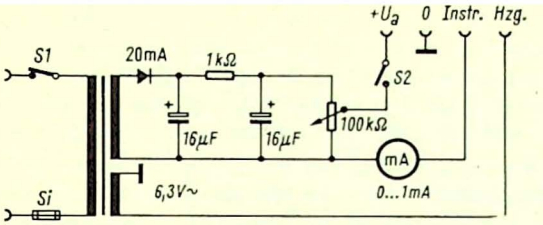


Bild 8. Schaltung des Netzgerätes zum Eco-Griddiposzillator

einen möglichst großen Frequenzbereich bestreichen zu können. Mit einem Abstimmdrehkondensator von 2 × 8 pF für die Colpittsschaltung kann man wohl in den UKW-Bereichen eine brauchbare Spreizung der Skala erzielen, aber nach den niedrigen Frequenzbereichen hin wird der mit einer Spule zu erfassende Bereich immer enger. Für das Beispiel nach Bild 6 ist die unterste Frequenz etwa bei 20 MHz. Für darunter liegende Frequenzbereiche wird der Abstimmdrehkondensator vorteilhaft auf 2 × 50 oder noch besser auf 2 × 100 pF vergrößert. Nun kann aber der Drehkondensator nicht wie eine Spule steckbar gemacht werden. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, zwei verschiedene Griddipmeter zu bauen.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist es deshalb auch vorteilhaft, das Milliamperemeter mit dem Netzgerät zu kombinieren. Die Röhre mit dem Schwingkreis wird zu einer eigenen Einheit zusammengefaßt. In dieser Kombination kann ein Milliamperemeter für beispielsweise zwei verschiedene Griddipmeter Verwendung finden.

Eine Kombination des Netzteiles mit dem Oszillator einschließlich des Milliamperemeters hat, wie im Abschnitt 1.2 bereits einmal erwähnt, weitere Nachteile. Sie ist nur für den Fall von Interesse, daß das Griddipmeter nur für einen beschränkten Frequenzbereich dienen soll.

In **Bild 7** wird eine Eco-Schaltung für den Griddiposzillator angewandt. Für die Steckspulen sind drei Anschlüsse erforderlich. Je nach der Wahl der Stecker für die Spulen und der Buchsen im Gerät ist dies kein allzu großer Nachteil, nachdem im Schwingkreis ein Einfachdrehkondensator verwendet werden

kann. Die Schwingkreisspule ist ohne besondere Vorkehrung spannungsfrei und liegt mit einem Ende sogar am Nullpotential. Die Eco-Oszillatorschaltung hat gute Schwingeigenschaften, so daß dieses Griddipmeter von etwa 1,5 bis 160 MHz mit sechs Spulen auskommt. Die Spulendaten sind in **Tabelle 1** angegeben.

Bild 8 zeigt die Schaltung des Netzteiles für dieses Gerät. In seine Baueinheit wurde das Milliamperemeter mit eingeschlossen. Ein Netzteil nach dieser Schaltung ist selbstredend auch für Griddipmeter nach anderen Schaltungsvarianten brauchbar.

Wie bereits kurz angedeutet, kann ein Griddipmeter nach dem Abschalten der Anodenspannung für die Oszillatorröhre auch als Absorptions-Frequenzmesser benützt werden. Die Röhre arbeitet dann auf ihrer Strecke zwischen Gitter und Katode als gleichrichtende Diode. Bei der induktiven Ankopplung der Schwingkreisspule an einen aktiven Schwingkreis, wie beispielsweise bei einem Empfängeroszillator oder einer Senderstufe, wird die im Griddipmeter-Schwingkreis induzierte Hf-Spannung durch die erwähnte Diodenstrecke gleichgerichtet und durch das Milliamperemeter angezeigt. Die Größe des Instrumentausschlages ist ein Maß für die Hf-Leistung des zu messenden Schwingkreises. Der Schalter S 2 in Bild 8 ermöglicht eine Verwendung als Absorptions-Frequenzmesser.

Mit dem beschriebenen Schaltungsvorschlag ist ein Frequenzbereich von etwa 1,5 bis 160 MHz zu bestreichen. Mit der vorangegangenen Beschreibung eines Colpitts-Oszillators ist bei Verwendung eines Drehkondensators von 2 × 8 pF eine maximale Frequenz von etwa 300 MHz erreichbar. Dabei ist Voraussetzung,

Tabelle 1: Spulendaten für Eco-Oszillator

Frequenzbereich MHz	Windungszahl	Draht-ϕ mm	Spulen-ϕ mm	Anzapfung bei Windung
1,5 bis 3,5	139	0,2	19	32
3,45 bis 7,8	40	0,2	19	12
7,55 bis 17,5	40	0,5	12	14
17,2 bis 40,0	15	0,8	12	5
37,0 bis 85,0	4	0,8	12	$1^1/_3$
78,0 bis 160,0	Schleife	1,6	50 lang 10 breit	$^3/_4$

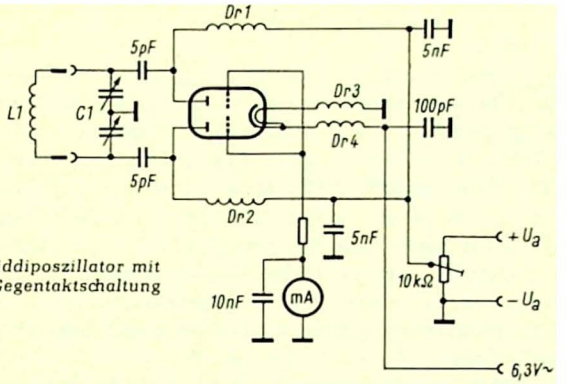


Bild 9. UHF-Griddiposzillator mit Röhre 6 J 6 in Gegentaktschaltung

daß unnötige Schaltkapazitäten und Induktivitäten auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben; so ist z. B. die Röhrenfassung für die Oszillatorröhre ganz dicht an den Drehkondensator heranzusetzen, noch besser ist die Röhre ohne Sockel mit ganz kurzen Verbindungsleitungen direkt in die Schaltung einzulöten. Der Drehkondensator selbst wird wiederum so dicht an den Sockel für die Steckspulen gerückt, daß die Sockelanschlüsse ohne Verbindungsdrähte mit dem Kondensator verlötet werden können. Wenn aus konstruktiven Gründen schon Verbindungsleitungen notwendig sind, dann dürfen diese nicht mit dünnem Schaltdraht ausgeführt werden; dicker Schaltdraht oder noch besser Blechstreifen haben eine geringere Induktivität.

Soll über den VHF-Bereich hinaus auch im UHF-Bereich mit dem Griddipmeter gearbeitet werden, so ist eine Ausführung nach ganz besonderen Richtlinien erforderlich. **Bild 9** zeigt eine Gegentaktschaltung mit einer Röhre 6 J 6 (= ECC 91), die mit einem genau überlegten Schaltungsaufbau einen Frequenzbereich von etwa 300 bis 500 MHz bestreicht.

Bei der Gegentaktschaltung liegen die Elektrodenkapazitäten der Röhre in Reihe und halbieren sich. Ideal wäre es, bei dieser Gegentaktschaltung auf den Abstimmdrehkondensator ganz zu verzichten. Als Schwingkreiskapazität wäre die Röhrenkapazität wirksam, und zur Abstimmung müßte die Induktivität verändert werden. Derartige Ausführungen sind für den UHF-Bereich mög-

lich, erfordern aber eine sehr hohe Präzision in der mechanischen Ausführung.

In der Schaltung nach Bild 9 liegt der Schwingkreis L 1/C 1 über je einen 5-pF-Kondensator an den beiden Anoden der Röhre 6 J 6. Diese beiden Kondensatoren liegen mit den Röhrenkapazitäten wiederum in Reihe und verkleinern diese abermals. Für den Abstimmdrehkondensator wurde ein Lufttrimmer gewählt, der durch einen Umbau zu einem Schmetterlingsdrehkondensator mit einer Kapazität von etwa 2 × 3 pF umgestaltet wurde. Als Spulen werden Kurzschlußbügel mit verschiedenen Querschnitten verwendet. Die Spulenbuchsen werden, um zusätzliche Induktivitäten zu vermeiden, direkt auf den Drehkondensator aufgelötet.

Die Anodenspannung für die beiden Röhrensysteme wird jeweils über eine Hf-Drossel Dr 1 und Dr 2 zugeführt. Die beiden Gitter sind parallel geschaltet und liegen über einen gemeinsamen Gitterwiderstand und über das Milliamperemeter am Nullpotential. Die Empfindlichkeit des Gerätes wird mit der Anodenspannung geregelt.

2.2 Anzeigeeinrichtungen

Wir wissen nun, daß die einfachste Anzeigeeinrichtung eines Griddipmeters ein Milliamperemeter in der Gitterleitung der Oszillatorröhre ist. Die Vor- und Nachteile, die sich ergeben, wenn dieses Milliamperemeter mit dem Oszillator oder dem Netzgerät zusammengebaut wird, sind uns ebenfalls bekannt. In späteren Beschreibungen ausgeführter Geräte werden beide Möglichkeiten noch einmal erörtert.

Zum Milliamperemeter selbst: Es sei geraten, eine Ausführung mit möglichst guter Zeigerdämpfung zu wählen. Hat das Instrument eine schlechte oder womöglich gar keine Zeigerdämpfung, so pendelt der Zeiger beim Überdrehen der Resonanzstelle zu lange nach. Um die genaue Skaleneinstellung mit dem Dip des Instrumentes zu finden, ist es nämlich erforderlich, mehrmals über diese Stelle hinwegzudrehen. Pendelt der Instrumentenzeiger bei jedem Dip-Durchgang zu lange nach, so erschwert dies das Auffinden der richtigen Skaleneinstellung erheblich. Deshalb sei von der Verwendung extrem billiger Instrumente

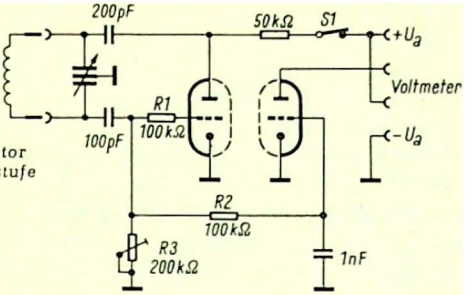


Bild 10. Griddiposzillator mit Anzeigeverstärkerstufe

unbedingt abgeraten. Ein gutes Drehspulinstrument mit genügender Zeigerdämpfung sollte es schon sein.

Wird eine größere Empfindlichkeit gewünscht, als sie mit einem im Gitterkreis des Oszillators liegenden Milliamperemeter zu erzielen ist, so ist die Schaltung durch ein weiteres Röhrensystem zur Verstärkung der Anzeige zu ergänzen. Der Einfachheit halber wird eine *Doppelröhre* gewählt **(Bild 10)**. Von der Röhre ECC 83 dient ein System als Oszillator und das zweite als Anzeigeverstärker. Die Verstärkung der Anzeige hat den Vorteil, auch einen kleinen Dip noch erkenntlich zu machen und außerdem die Schwingkreisspule nicht so nahe an das Meßobjekt ankoppeln zu müssen. Durch eine losere Kopplung zwischen der Schwingkreisspule des Griddipmeters und dem zu prüfenden Schwingkreis wird letzterer auch nicht so sehr verstimmt, als es bei der sonst erforderlichen engen induktiven Ankopplung der Fall wäre.

Die Schaltung nach Bild 10 hat weiterhin den Vorteil, ein in jeder Werkstatt und bei jedem Funkamateur vorhandenes Voltmeter mit verschiedenen Meßbereichen verwenden zu können. Normalerweise wird der Meßbereich gewählt, in den die Größe der Anodenspannung des Griddipmeters fällt; so kann das Instrument nie überlastet werden. Mit dem Einstellwiderstand R 3 wird der gewünschte Ausschlag in der Ruhestellung eingestellt. Im Gegensatz zu den bisher geschilderten Griddipmetern geht der Ausschlag des Instrumentes im Resonanzfalle nach oben. Die Einstellung für den Ruhezustand kann aus diesem Grunde ganz in der Nähe des Skalen-Nullpunktes sein, so daß der größte

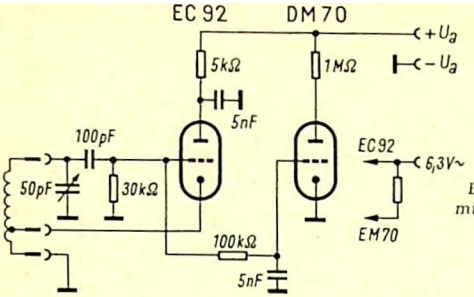


Bild 11. Griddiposzillator mit Magischem Strich DM 70 zur Resonanzanzeige

Teil der Skala für den Ausschlag im Resonanzfall zur Verfügung steht.

Wird zur Verwendung des Gerätes als Absorptionsfrequenzmesser die Anodenspannung des Oszillator-Röhrensystems mit S 1 abgeschaltet, so arbeitet die Röhre zwischen Gitter und Katode als Hf-Gleichrichterdiode. Nachdem nun kein schwingender Oszillator und damit kein Spannungsabfall durch den Gitterstrom an R 1/R 3 zur Verfügung steht und dadurch auch das zweite Röhrensystem keine Gittervorspannung mehr erhält, zeigt das Voltmeter Vollausschlag, d. h. die volle Anodenspannung an. Ist das Gerät mit der zu messenden Oszillator- oder Senderstufe in Resonanz, so geht der Zeigerausschlag je nach dem Kopplungsgrad und der Hf-Leistung des Meßobjektes zurück. Also auch hier wieder ergibt sich eine umgekehrte Arbeitsweise wie bei früher beschriebenen Griddipmeter-Schaltungen.

Zur Anzeige kann, wie schon erörtert, auch ein Magisches Auge oder ein Magischer Strich dienen. Man spart zwar ein eventuell teueres Milliamperemeter, muß aber dafür andere Nachteile, z. B. eine kleinere Anzeigegenauigkeit, hinnehmen.

Der Vollständigkeit halber sei in **Bild 11** eine Schaltung gezeigt, bei der zur Anzeige ein Magischer Strich DM 70 oder DM 71 angewandt wurde. Der Griddip-Oszillator arbeitet in Eco-Schaltung. Die Steuerspannung für den Magischen Strich wird vom Gitter der Oszillatorröhre EC 92 über einen Widerstand von 100 kΩ dem Gitter der DM 70 zugeführt. Nachdem die Röhre DM 70 nur 1,4 Volt Heizspannung benötigt, wird sie von der Heizspannung der EC 92 (6,3 Volt) über einen Vorwiderstand

geheizt. Die Röhre DM 70 ist, statt mit einem Stiftsockel wie bei der DM 71, mit Drahtenden ausgestattet. Sie wird einfach mit einer kleinen Schelle über einem Schlitz des Gehäuses befestigt und die Anschlüsse werden direkt in die Schaltung eingelötet. Gegenüber einem Milliamperemeter wird mit dieser Röhre viel Raum im Gehäuse gespart, und dieses wird damit kleiner in den Abmessungen.

Falls ein Griddipmeter nicht gerade weit in den UKW-Bereich hineinreichen soll, kann auch eine Kombinationsröhre wie die EM 80 Verwendung finden. Das Triodensystem dient dabei als Oszillator.

Der Vollständigkeit halber sei auch noch auf eine Anzeigemöglichkeit hingewiesen, die technisch gesehen sehr elegant und einwandfrei ist, aber andererseits einen höheren Aufwand bedeutet. Als Kriterium für die Anzeige wird beim Griddipmeter immer der Gitterstrom der Oszillatorröhre ausgenützt. In der Schaltung nach Bild 10 erzeugt dieser Gitterstrom an einem Gitterwiderstand einen Spannungsabfall. Mit dieser Spannung wird dann ein Verstärkersystem gesteuert. Dieser Spannungsabfall könnte auch direkt auf ein Röhrenvoltmeter gegeben und der Dip damit sichtbar gemacht werden. Eine weitere Möglichkeit ist es, diesen Spannungsabfall am Gitterwiderstand einem Oszillografen zuzuführen. Je nach der Wahl der Ablenkachse ist ein waagerechter oder ein senkrechter Strich zu erzeugen. Der Ausschlag läßt sich am Oszillografen einstellen. Eine solche Anzeige des Dips ist sehr gut sichtbar, und sie erfolgt vollkommen trägheitslos. Steht in der Werkstatt oder im Labor ein Oszillograf für diesen Zweck zur Verfügung, so kann man aus diesem auch die Heiz- und Anodenspannung für den Griddip-Oszillator entnehmen. Die Leistungen, die dazu benötigt werden, sind so gering, daß sie bedenkenlos dem Netzteil eines Oszillografen entnommen werden können. Die Betriebsspannungen werden an eine mehrpolige Einbaubuchse geführt, an die man das Griddipmeter bei Bedarf ansteckt.

2.3 Einstellskala

Die Einstellskala sowie der Einstellknopf richten sich nach der Gehäusegröße des Griddipmeters. Um es handlich zu ge-

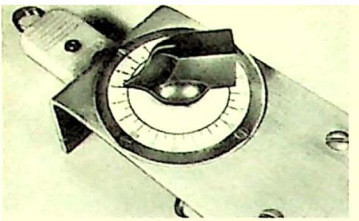


Bild 12. Einstellskala mit Zeigerknopf für ein Dipmeter

stalten und um mit ihm in einen Schaltungsaufbau eintauchen zu können, soll das Gehäuse möglichst schlank sein. Das verhindert aber andererseits die Anwendung einer großen Einstellskala, die zu einer guten Ablesegenauigkeit wünschenswert wäre.

Eine Einstellscheibe mit geriffeltem, über das Gehäuse vorstehendem Rand, wie sie oft bei Industriegeräten in Verwendung ist, hat sich gut bewährt. Feineinstellskalen mit übersetzten Bedienungsknöpfen zu verwenden lohnt sich dagegen nicht; in der Praxis hat sich gezeigt, daß sie nur die Schnelligkeit der Bedienung behindern. Nachdem die Frequenzmessung mit einem Griddipmeter mit verhältnismäßig geringer Genauigkeit erfolgt, ist auch keine Feineinstellskala erforderlich. Je nach der Trägheit des Anzeigeinstrumentes kann zur Auffindung des Gitterstromdips ein rasches Durchdrehen der Abstimmskala günstig sein.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein normaler Zeigerknopf über einer einfachen Skala eine gute Gebrauchslösung darstellt. In **Bild 12** ist eine solche Einstellvorrichtung gezeigt. Die Anordnung der Skala ergibt sich zwangsläufig aus der Lage des Abstimmdrehkondensators, der sich in unmittelbarer Nähe der Ansteckbuchsen für die Spulen befinden muß.

Eine direkte Eichung der Skala in Kilo- oder Megahertz ist nur dann von Vorteil, wenn der Durchmesser der Skala groß genug ist. Bei kleinen Skalen würde eine Frequenzeichung für mehrere Spulen recht unübersichtlich werden. Bewährt hat es sich, eine einfache Skaleneinteilung von 0 bis 100 oder von 0 bis 180 Grad anzubringen und dazu eine Eichtabelle oder noch besser Eichkurven zu verwenden. In **Bild 13** ist eine Kurvenschar für ein Griddipmeter zu sehen. Die Kurvenblätter werden am

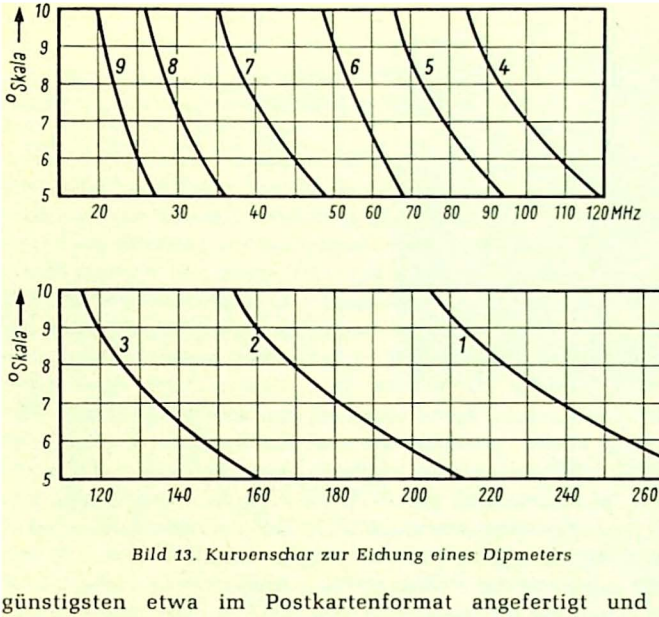


Bild 13. Kurvenschar zur Eichung eines Dipmeters

günstigsten etwa im Postkartenformat angefertigt und zur Schonung in eine durchsichtige Plastikhülle gesteckt. So verschmutzen und zerfetzen sie nicht und sind auch dem rauhen Werkstattbetrieb gewachsen.

2.4 Stromversorgung

Für die Netzstromversorgung der Griddipmeter verwendet man zwei verschiedene Ausführungen. In einem Fall wird das Netzteil mit dem Griddipmeter in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, und in der zweiten Ausführung sind beide Baueinheiten in getrennte Gehäuse eingebaut.

Der Zusammenbau des Griddipmeters mit seinem Netzteil in einem Gehäuse mag im ersten Augenblick als günstige Lösung erscheinen. Wer aber in der Praxis viel mit dem Griddipmeter arbeitet, wird bald die getrennte Bauweise zu schätzen lernen. Das niedrigere Gewicht und das handlichere kleine Gehäuse eines Griddipmeters ohne eingebauten Netzteil sind von Vorteil.

Ebenso hat sich, wie schon einmal erwähnt, die Unterbringung des Anzeigeinstrumentes im Gehäuse des Netzteiles gut bewährt. Damit besteht die Möglichkeit, ein Instrument mit größerer Skala zu wählen, die zur Erhöhung der Anzeigeempfindlichkeit beiträgt.

Wird das Netzteil mit dem Griddipmeter in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, so ist auf möglichst kleine und leichte Bauteile zu achten. Wie später bei Geräten der Industrie noch gezeigt wird, kann man bei geschickter Auswahl des Materials alle Teile auf kleinstem Raum unterbringen. Für den Rundfunktechniker oder den Funkamateur, der sein Griddipmeter selbst baut, ist die getrennte Bauweise ratsam. Damit steht der Weg offen, für das Netzteil irgendwelche gerade verfügbaren Rundfunkbauteile zu wählen. Das Netzteil kann dann ohne Nachteil etwas größer und eventuell damit leistungsfähiger ausfallen. Es könnte infolgedessen auch zur Speisung von anderen Geräten oder Versuchsanordnungen herangezogen werden. In **Bild 14** ist das Netzteil des Verfassers für die Verwendung von zwei Griddipmetern gezeigt; **Bild 15** gibt die Schaltung wieder. Durch die großen Gehäuseabmessungen von 220 × 155 × 75 mm konnte ein normaler Rundfunk-Netztransformator Verwendung finden. Auch für die Wahl der Lade- und Sieb-Elektrolytkondensatoren war genügend Raum vorhanden.

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, als Anzeigeinstrument einen Typ mit 105 mm Flanschdurchmesser anwenden zu können. Die Heizspannung und die Anodengleichspannung wurden an besondere Buchsen geführt und stehen damit auch für andere Zwecke zur Verfügung.

Zur Dimensionierung der Schaltungsteile seien noch einige Angaben gemacht. Der Netztransformator kann für eine kleine Leistung bemessen sein; er hat nur die Heizleistung für eine oder zwei Röhren zu liefern, die Anodenleistung von 10 bis 20 mA bei etwa 150 Volt fällt auch nicht besonders ins Gewicht. Wie in Bild 15 ersichtlich, ist zur Abschaltung der Anodenspannung ein Schalter S 1 und zur Regulierung der Empfindlichkeit des Griddipmeters ein Regelwiderstand R 1 vorgesehen. Die an den Buchsen liegende Anodenspannung ist nicht regelbar. Der Sieb- und Ladekondensator hat je eine Größe von 32 µF bei

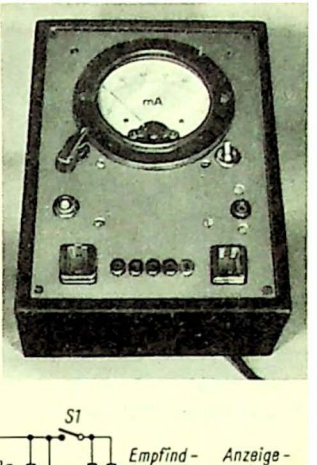
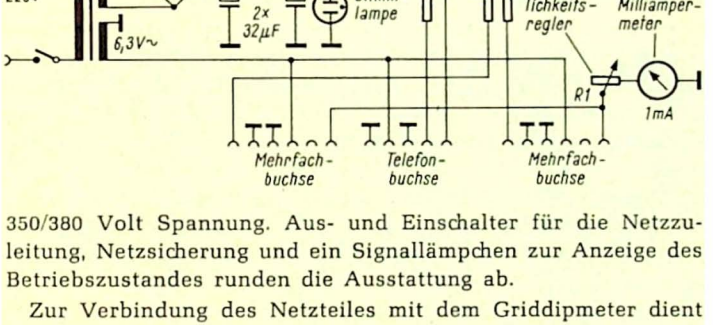


Bild 14. Netzgerät mit großem Anzeigeinstrument zur Speisung von zwei Griddipmetern und zur Entnahme verschiedener Betriebsspannungen

Bild 15. Schaltung des Netzgerätes für zwei Griddipmeter und zur Entnahme einer Heiz- und von zwei Anodenspannungen für andere Zwecke



350/380 Volt Spannung. Aus- und Einschalter für die Netzzuleitung, Netzsicherung und ein Signallämpchen zur Anzeige des Betriebszustandes runden die Ausstattung ab.

Zur Verbindung des Netzteiles mit dem Griddipmeter dient ein mehradriges, flexibles Kabel mit Mehrfachsteckern an den Enden. Selbstverständlich kann das Kabel auch an den Geräten fest angeschlossen sein. Werden aber verschiedene Griddipmeter für verschiedene Bereiche mit ein und demselben Netzteil gespeist, dann sind Steckverbindungen praktischer.

In manchen Fällen, wo ein Netzteil für andere Zwecke bereits vorhanden ist, kann man auf die Anfertigung eines Stromversorgungsteiles für das Griddipmeter verzichten. Die für das Griddipmeter benötigten Leistungen sind so gering, daß sie aus den meisten Netzteilen (z. B. eines Empfängers) leicht entnom-

men werden können. Es wird in die in Frage kommenden Geräte am einfachsten eine mehrpolige Einbaubuchse eingesetzt, an die das Griddipmeter im Bedarfsfall angesteckt wird.

Eine Speisung des Griddipmeters aus Batterien ist weniger zu empfehlen. Einmal ist die Heizstromleistung bei der Verwendung von indirekt geheizten Röhren doch recht groß, und zum anderen würde sich die Änderung der Anodenspannung durch Verbrauch und Alterung auf die Eichung auswirken. Zur Verminderung der Heizleistung könnte man statt der indirekt geheizten Röhren wohl stromsparende Batterieröhren verwenden, aber die Stabilisierung der Anodenspannung würde nach wie vor ein Problem bleiben. Glimmstrecken zur Stabilisierung zu verwenden, würde wiederum den Stromverbrauch erhöhen.

Für den Fall, daß das Griddipmeter netzunabhängig sein soll, gibt es Ausführungen, die mit Transistoren bestückt sind.

2.5 Ausführungen von Selbstbau-Griddipmetern

Beim Bau eines Dipmeters ist, wie bereits mehrmals angedeutet, eine möglichst kleine handliche Form anzustreben. In den **Bildern 16** und **17** ist ein Musterbeispiel eines Griddipmeters zu sehen, wie es von einem Funkamateur gebaut wurde. In der Gesamtansicht des Gerätes im Bild 16 ist am linken Ende des Gehäuses eine Steckspule erkenntlich. Auf der Oberseite des Gehäuses befindet sich die einfache Einstellskala mit einem Zeigerknopf. Rechts anschließend folgt ein Drehknopf für den Empfindlichkeitsregler, und am Ende des Gehäuses ist das Anzeigeinstrument eingebaut. An der rechten Stirnseite des Gerätes sind die drei Anschlußbuchsen für die Zuführung der Heiz- und Anodenspannung zu sehen.

Bild 17 zeigt den Innenaufbau des Gerätes. Links neben dem Abstimmdrehkondensator ist die Einbaubuchse für die Steckspulen ersichtlich, die mit ihren Lötfahnen direkt am Kondensator angelötet ist. Eine Trennwand mit der Röhrenfassung sitzt ganz nahe an der rechten Seite des Drehkondensators, womit sich von der Röhrenfassung zum Kondensator wiederum sehr kurze Verbindungen ergeben. Damit entstehen kleinste Schaltkapazitäten und Induktivitäten, was sich auf die maximale Grenzfrequenz des Griddipmeters günstig auswirkt. Mit den im

Bild 16. Ansicht eines Griddipmeters ohne Netzteil, vom Funkamateur DJ 5 MM gebaut

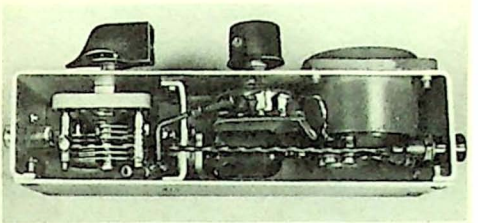


Bild 17. Griddipmeter nach Bild 16 mit geöffneter Seitenwand

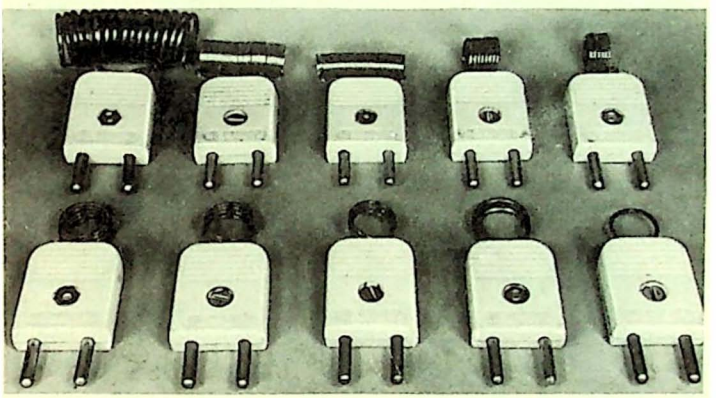


Bild 18. Spulensortiment zum Griddipmeter nach Bild 16

Bild 18 vorgeführten Spulen wird ein Frequenzbereich von etwa 20 bis 300 MHz bestrichen.

Die Stromversorgung dieses Griddipmeters erfolgt aus einem getrennten Netzgerät. Ebenfalls aus einem getrennten Netz-

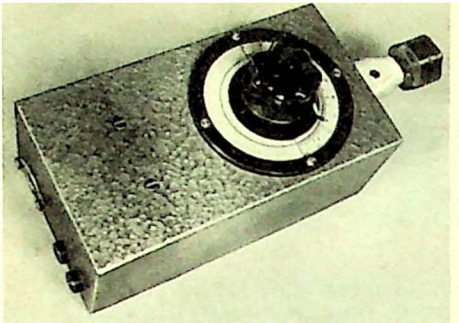


Bild 19. Griddipmeter mit großer Einstellskala ohne Netzteil, gebaut vom Funkamateur DL 9 AL

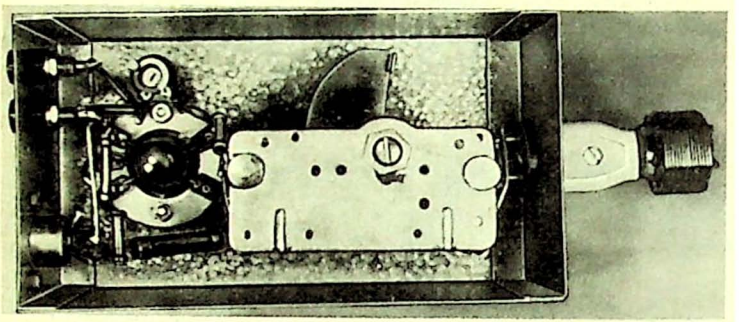


Bild 20. Innenansicht zum Griddipmeter nach Bild 19 mit Mittelwellendrehkondensator zur Abstimmung

gerät wird das Griddipmeter nach **Bild 19** gespeist. Bei diesem Gerät wurde, wie in **Bild 20** zu sehen, ein normaler Rundfunk-Drehkondensator zur Abstimmung verwendet. Dadurch ergab sich ein etwas großes Gehäuse; sonst aber ist auch dieses Gerät sehr einfach im Aufbau. Als Oszillatorröhre wurde eine Eichelröhre 955 verwendet. Neben der mehrpoligen Anschlußbuchse für die Betriebsspannungen sind noch zwei Buchsen zum Anschluß eines separaten Milliamperemeters vorgesehen. Die zum Gerät passenden Steckspulen sind in **Bild 21** zusammengestellt. **Bild 22** zeigt den Innenaufbau des Netzteiles mit Transformator, Sieb- und Lade-Elektrolytkondensator und Siebwiderstand. Auf

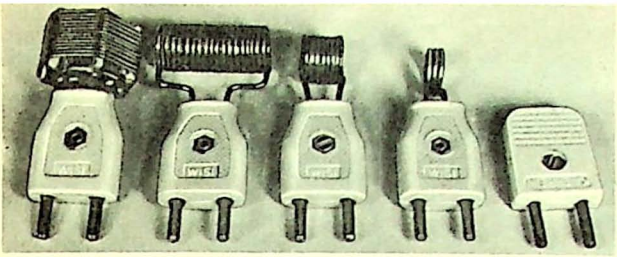


Bild 21. Steckspulen zum Griddipmeter nach Bild 19

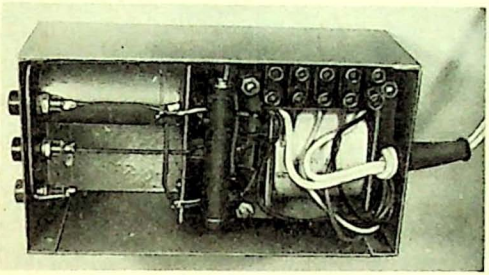


Bild 22. Geöffnetes Netzteil zum Griddipmeter nach Bild 19

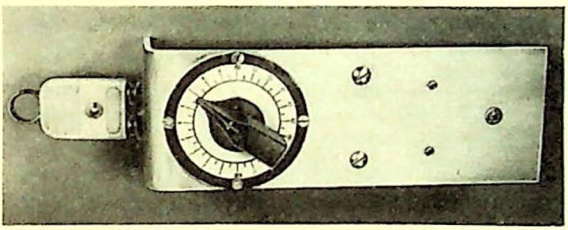


Bild 23. Skalenseite eines einfachen Griddipmeters ohne Netzteil, gebaut vom Verfasser

der linken Seite des Gehäuses sind die Anschlußbuchsen für die Heiz- und Anodenspannung angeordnet.

Eine weitere amateurmäßige Ausführung eines Griddipmeters sei in **Bild 23** vorgestellt. Auf der Deckseite des Chassis ist

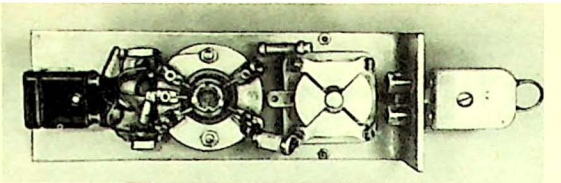


Bild 24. Unterseite des geöffneten Griddipmeters nach Bild 23

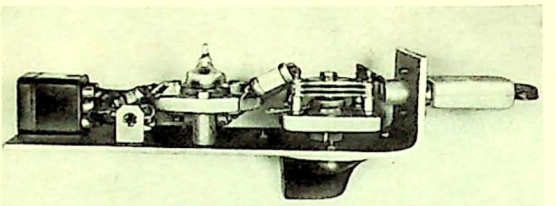


Bild 25. Seitenansicht des geöffneten Griddipmeters

lediglich die einfache Einstellskala mit Zeigerknopf zu finden. Die Unterseite des winkelig abgebogenen Chassis zeigt in **Bild 24** den dicht an den Steckbuchsen angeordneten Schmetterlings-Drehkondensator mit einer Kapazität von 2 × 8 pF. Ganz dicht an der linken Seite des Drehkondensators folgt die Fassung mit der Röhre 955. Am linken Ende des Chassis ist eine mehrpolige Anschlußbuchse zur Zuführung der Betriebsspannungen montiert. **Bild 25** gestattet einen Blick in die Seite des Chassisaufbaues. Das zu diesem Gerät verwendete Netzanschlußgerät wurde bereits in Bild 14 gezeigt. Es enthält neben den Gleichrichtereinrichtungen ein großes Milliamperemeter zur Dipanzeige.

Die Spulen zu diesem Griddipmeter sind in **Bild 26** zusammengestellt. Als Spulenträger dienen hier ebenfalls wie bei den bereits vorgestellten Geräten Antennenstecker für Bandkabel. Die Spule für den höchsten Frequenzbereich enthält nur mehr einen ganz kurzen Drahtbügel zwischen den Steckerstiften, der aus dem Steckergehäuse gar nicht mehr herausragt.

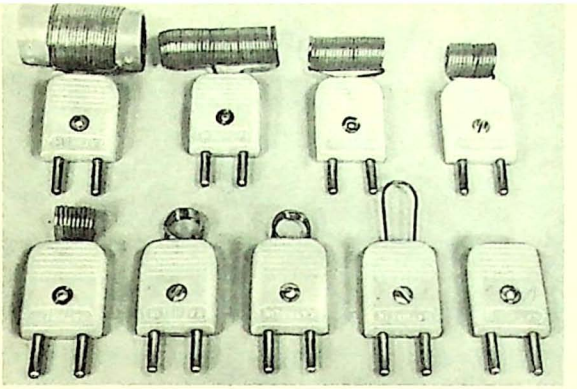


Bild 26. Spulensortiment zum einfachen Griddipmeter nach Bild 23

Aus dem Verlauf der in **Bild 27** dargestellten Abstimmkurven für die einzelnen Spulen ist ersichtlich, daß die Spreizung für die hohen Frequenzen günstiger als bei den niedrigen Frequenzen ist. Zu diesem Gerät noch weitere Spulen für niedrigere Frequenzen mit größeren Windungszahlen zu bauen wäre demnach sinnlos, da die Spreizung der Abstimmung immer ungünstiger würde und deshalb eine Unmenge an Spulen erforderlich wäre.

Um noch niedrigere Frequenzbereiche erfassen zu können, ist es am zweckmäßigsten, ein weiteres Griddipmeter mit einem größeren Abstimmdrehkondensator zu verwenden. Dieser müßte dann 2 x 50 oder 2 x 100 pF Kapazität haben. Nachdem das Gerät in der Hauptsache nur den Drehkondensator und die Röhre enthält, ist der Aufbau eines zweiten oder eventuell sogar dritten Gerätes kein allzu großer Aufwand. Es ergeben sich dadurch für große Frequenzbereiche günstige Abstimmkurven. Wie später noch gezeigt wird, macht von dieser Möglichkeit auch die Industrie Gebrauch.

Zur Ausführung der Spulen sei noch erwähnt, daß man diese am einfachsten aus lackisoliertem Kupferdraht wickelt. Der Drahtdurchmesser wird dagegen nicht unter 0,8 mm gewählt. Damit haben die Spulen bereits eine gewisse Festigkeit. Wer noch ein

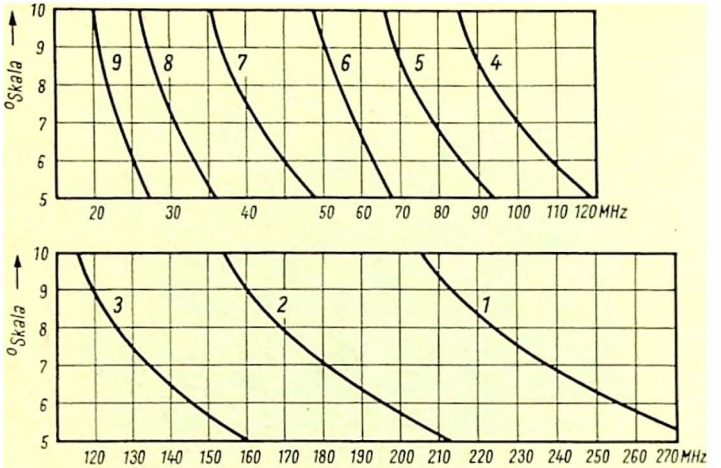


Bild 27. Abstimmkurven zu den Spulen nach Bild 26

übriges tun will, bestreiche die Spulen noch vor der Aufnahme der Eichkurven mit flüssigem Polystyrol (Uhu) oder tauche sie in ein Lackbad. Damit wird die Festigkeit der Spulen vergrößert.

2.6 Industrieausführung eines Griddipmeters

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle gezeigt, wie die Industrie den Bau von Griddipmetern vornimmt. Ein Modell, das in Rundfunkwerkstätten gern verwendet wird, stellt die Firma *Grundig* her. Das Gerät wird in zwei Ausführungen auf den Markt gebracht. Davon bestreicht ein Typ die Lang- und Mittelwellenbereiche und das zweite Modell die Kurz- und UKW-Bereiche. Schaltungsmäßig sind beide Geräte fast genau gleich; sie unterscheiden sich lediglich durch einen verschieden großen Abstimmdrehkondensator. Die Steckspulen sind so abgestuft, daß sich die einzelnen Bereiche leicht überlappen. **Bild 28** zeigt das handliche Gerät, das sogar das Netzteil enthält. Eine am Rand geriffelte Plexiglasscheibe ist leicht zu bedienen. Der auf ihr angebrachte Zeigerstrich bestreicht auf der auf dem Gehäuse montierten Blende sechs Frequenzbereiche. Unter der Skala be-

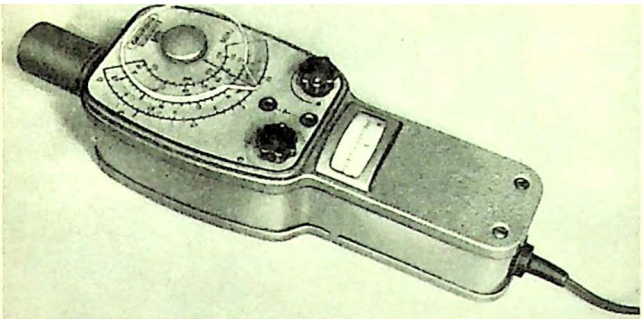


Bild 28. Griddipmeter der Firma Grundig mit eingebautem Netzteil

finden sich links der Betriebsartenschalter, rechts der Empfindlichkeitsregler mit kombiniertem Einschalter und zwischen den beiden Bedienungsknöpfen die Buchsen zum Anschluß eines Kopfhörers. Der Betriebsartenschalter hat folgende Schaltstellungen:

E = Empfänger	G = Griddipmeter
W = Wellenmesser	S = Signalgenerator

In der Stellung E arbeitet die Oszillatorröhre als Empfängeraudion, und man kann damit modulierte Hf-Signale abhören. In der Schaltstellung W ist die Anodenspannung des Oszillators abgeschaltet, die Röhre arbeitet zusammen mit dem Schwingkreis als Absorptions-Frequenzmesser. Die Anzeige erfolgt mit dem in der Mitte des Gehäuse angeordneten Profilinstrument. In der Schaltstellung G arbeitet das Gerät als Griddipmeter. Die Empfindlichkeit wird mit dem rechten Reglerknopf eingestellt. Die Anzeige erfolgt wieder mit dem eingebauten Milliamperemeter. In der Schaltstellung S ist das Gerät als Signalgenerator brauchbar. Der Oszillator wird in dieser Betriebsart mit einem 50-Hz-Ton moduliert.

Die **Bilder 29** und **30** geben einen Blick in das „Innenleben" des Grundig-Griddipmeters. In der linken schmalen Hälfte des Gerätes ist das Netzteil untergebracht, daran anschließend sind das Gehäuse des Milliamperemeters und daneben der Betriebsarten-

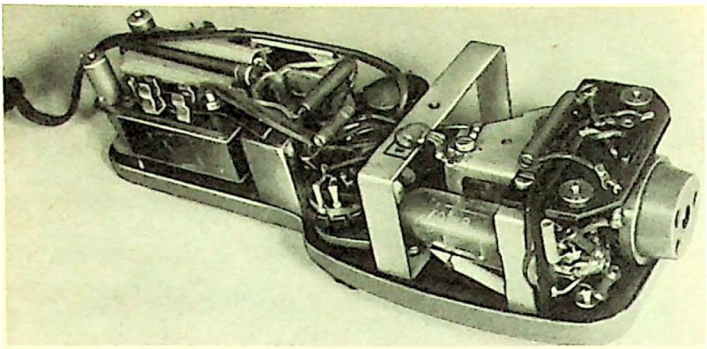


Bild 29. Geöffnetes Grundig-Griddipmeter von der Röhrenseite her gesehen

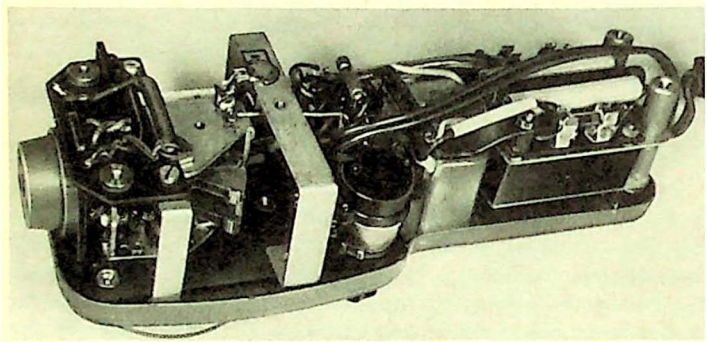


Bild 30. Drehkondensatorseite des geöffneten Grundig-Griddipmeters

schalter mit dem Empfindlichkeitsregler zu erkennen. Nach dem Gehäusehaltebügel folgt der eigentliche Hf-Teil des Gerätes mit Röhre, Drehkondensator und Fassung für Steckspulen. Trotz der gedrängten Bauform sind alle Teile leicht zugänglich, um eventuelle Reparaturen vornehmen zu können.

In **Bild 31** ist das Grundig-Griddipmeter mit sämtlichen Steckspulen in einem mit Schaumgummi ausgepolsterten Transportköfferchen untergebracht. Dieser Koffer ist eine Eigenanfertigung

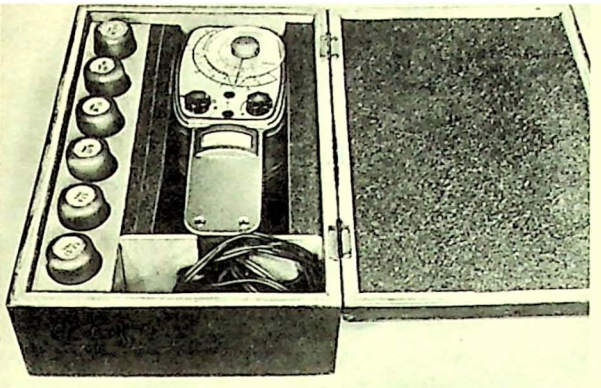


Bild 31. Grundig-Griddipmeter mit Steckspulensatz im Transportkoffer

und deshalb bei der Firma Grundig nicht erhältlich. Er soll als Musterbeispiel gezeigt werden, wie Griddipmeter beschädigungssicher zum Transport untergebracht werden sollten.

Es gäbe in diesem Zusammenhang noch viele gute Industrie-Griddipmeter zu beschreiben. Im Rahmen dieses Buches soll davon aber Abstand genommen werden, da dem interessierten Leser sicherlich Schaltungseinzelheiten und Bauvorschläge mehr bedeuten dürften.

3 Transistor-Dipmeter

Der größte Vorteil des Transistor-Dipmeters gegenüber dem Röhren-Griddipmeter ist die einfache Stromversorgung. Diese vorteilhafte Eigenschaft dürfte dazu beitragen, daß dieses Gerät in Zukunft beispielsweise in die Serviceausrüstung des Fernsehtechnikers noch mehr Eingang finden wird. Die Stromentnahme aus den eingebauten Batterien ist so niedrig, daß im wesentlichen nur die Lagerfähigkeit die Lebensdauer der Batterie bestimmt. Aus diesem Grunde ist es möglich, zur Stromversorgung die kleinen 9-Volt-Batterien, wie sie in Transistor-Taschenempfängern verwendet werden, zu benützen. Gegenüber dem netzgespeisten Röhren-Griddipmeter ergibt sich damit eine bedeutende Gewichts- und Raumersparnis.

Nachdem beim Transistor kein „grid", also kein Gitter vorhanden und der hier dem Gitterstrom ungefähr entsprechende Basisstrom schlecht verwendbar ist, sei der sich daraus ergebende Name Transistor-Dipmeter einfach in *Transdiper* umgewandelt. Damit ist gesagt, daß dieses Gerät nach dem „Dip"-Prinzip arbeitet und mit einem oder mehreren Transistoren bestückt ist.

3.1 Schaltungstechnik

Schaltungsmäßig ergeben sich beim Transdiper im Prinzip dieselben Verhältnisse wie beim Röhren-Griddipmeter. Der Kern des Gerätes ist wiederum ein Oszillator, dem durch induktive Ankopplung an ein Meßobjekt bei Resonanz Hf-Energie entzogen wird.

Wie im Abschnitt 1.1 schon kurz erläutert, könnte man beim Transistor-Dipmeter ebenso wie bei der Röhre den Dip im Kollektor- oder Basisstrom zur Anzeige heranziehen. Die Dips sind dort aber so klein, daß sie nur mit teueren Meßgeräten sichtbar gemacht werden können. Aus diesem Grunde wird hier die Größe der Hf-Spannung am Schwingkreis oder einer anderen Stelle des Oszillators für die Anzeige ausgenützt. Wird dem Oszillator Hf-Energie entzogen, und das ist im Resonanzfalle mit dem Meßobjekt der Fall, so ändert sich auch seine Hf-Spannung.

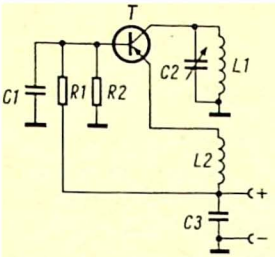


Bild 32. Transistoroszillator in Meißnerscher Rückkopplungsschaltung

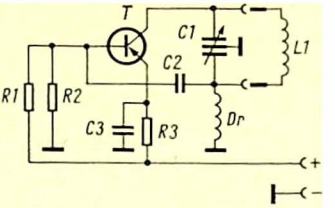


Bild 33. Transistoroszillator in Colpittsschaltung

In Bild 2 wurde diese Möglichkeit im Prinzip bereits dargestellt. Wie im Abschnitt 1.1 erläutert, wird die Schwingungserzeugung durch eine Rückkopplung mittels des Kondensators C 2 erzeugt. Diese Oszillatorschaltung, auch Ultra-Audion-Schaltung genannt, wird meist beim Transdiper angewandt.

Selbstredend könnten auch andere Schaltungsvarianten Anwendung finden. In **Bild 32** ist die Meißnersche Rückkopplungsschaltung dargestellt. Sie eignet sich für Transdiper-Schaltungen weniger, da beim Spulenwechsel auch die Rückkopplungswicklung L 2 geändert werden müßte. Dazu wäre für die beiden Spulen umständlicherweise ein vierpoliger Stecker erforderlich.

Eine sehr geeignete Schaltung ist dagegen der in **Bild 33** gezeigte Colpitts-Oszillator. Als bedeutender Vorteil ist hier die zweipolige Schwingkreisspule anzusehen. Ein geringfügiger Nachteil ist eventuell die Notwendigkeit, für die Abstimmung einen Schmetterlingsdrehkondensator verwenden zu müssen.

Die Rückkopplung zur Schwingungserzeugung erfolgt bei dieser Schaltung über den Kondensator C 2. Nachdem auch das untere Ende der Spule Hf-Spannung führt, liegt der Schwingkreis L 1/C 1 über die Hf-Drossel Dr am Minuspol der Stromquelle. Voraussetzung ist dazu die Verwendung eines pnp-Transistors. Der Emitter des Transistors ist über R 3 mit dem Pluspol der Batterie verbunden und mit dem Kondensator C 3 hochfrequenzmäßig auf Nullpotential gelegt. Der Arbeitspunkt für den Transistor wird durch den Spannungsteiler R 1/R 2 bestimmt. Gegenüber der Schaltung nach Bild 2 ist beim Colpitts-

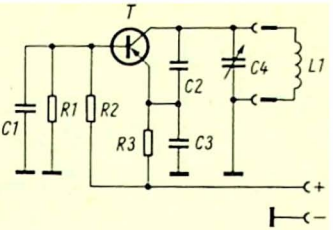


Bild 34. Clapp-Oszillatorschaltung mit Parallelresonanzkreis

oszillator die Basis nicht gegen Nullpotential abgeblockt, da sie ja hier zur Rückkopplung herangezogen wird und deshalb hochfrequenzmäßig hochgelegt sein muß.

Eine besonders empfehlenswerte Schaltung stellt der *Clapp-Oszillator* nach **Bild 34** dar. Wie bei der Röhrenschaltung, so zeichnet sich auch hier der mit einem Transistor bestückte Oszillator durch eine besonders gute Frequenzkonstanz aus. Im vorliegenden Falle des Transdipers ist diese Eigenschaft zwar von zweitrangiger Bedeutung, aber immerhin nicht zu verachten.

Die zur Rückkopplung erforderliche Spannung wird am kapazitiven Spannungsteiler C 2/C 3 abgenommen und dem Emitter zugeführt. Die Basis liegt über den Kondensator C 1 an Nullpotential und ist damit hochfrequenzmäßig geerdet. Den Arbeitspunkt des Transistors bestimmt wieder neben R 3 der Spannungsteiler R 1/R 2. Der Schwingkreis L 1/C 4 hat den Vorteil, einpolig an Nullpotential zu liegen, was bei der praktischen Anwendung, z. B. bei der Ankopplung an ein Meßobjekt, Bedeutung haben kann.

Falls die Verwendung einer Hf-Drossel nach **Bild 35** nicht als Aufwand empfunden wird, kann man den Clapp-Oszillator auch mit einem Serienresonanzkreis L 1/C 4 betreiben. Die Funktion der Schaltung ist sonst genau wie bei der nach Bild 34.

Wie schon angedeutet, ist von den vielen Eigenschaften, die eine Oszillatorschaltung haben kann, beispielsweise die Frequenzkonstanz für Dipmeter nicht am wichtigsten, sondern die Schwingfreudigkeit über große Frequenzbereiche hinweg. Diese Forderung wird weitgehend bei der Ultra-Audion-Schaltung nach Bild 2, bei der die Rückkopplung durch den Kondensator C 2 zwischen Emitter und Kollektor bewirkt wird, erfüllt.

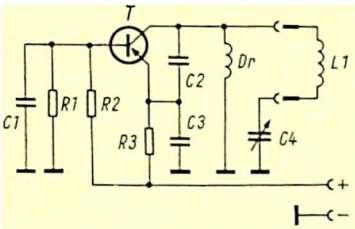


Bild 35. Clapp-Oszillatorschaltung mit Serienresonanzkreis

Wesentliche Faktoren bei der Wahl der Oszillatorschaltung für Transdiper sind die Möglichkeit eines einfachen Schaltungsaufbaues, ein leichter Spulenwechsel, möglichst mit nur zwei Kontakten, und die Verwendung eines Einfach-Drehkondensators. Letzter Punkt ist, wie in einem späteren Abschnitt noch beschrieben wird, im Hinblick auf die Verwendung einer Kapazitätsdiode zur Schwingkreisabstimmung von besonderer Bedeutung.

3.2 Anzeigeeinrichtungen

Im Abschnitt 3.1 wurde bereits erwähnt, daß auch beim Transdiper der Kollektor- oder eventuell auch der Basisstrom direkt zur Dip-Anzeige verwendet werden könnte. Die Verwendung des Kollektorstromes zur Anzeige hätte den Nachteil, daß der Dip bei schwacher Ankopplung an das Meßobjekt so gering ist, daß er nur mit besonderer Sorgfalt an einem Milliamperemeter ablesbar wäre. Verglichen mit der Röhre ist auch dort der Anodenstromdip prozentual recht klein und wird aus diesem Grunde ebenfalls nicht zur Sichtbarmachung des Dips ausgenützt.

Analog zur Röhre verbliebe der Basisstrom zur Anzeige. Nun ist bei einem Transistoroszillator, wie er für Transdiper angewandt wird, der Basisstrom sehr klein, so daß zur Messung ein empfindliches Instrument erforderlich wäre. Mikroamperemeter sind nun aber etwas teuer und außerdem empfindlich gegen Stöße, die sich bei der praktischen Anwendung des Transdipers nicht vermeiden lassen.

Ein weiteres Kriterium für die Resonanzanzeige ist die Hf-Spannung am Schwingkreis des Transdipers. Wird durch das Meßobjekt im Resonanzfalle dem Schwingkreis des Transdipers

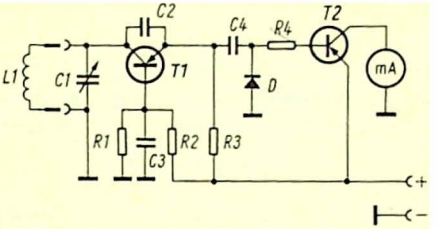


Bild 36. Transdiperschaltung mit Verstärkerstufe und Milliamperemeter

Energie entzogen, so sinkt dabei die am Schwingkreis stehende Hf-Spannung.

Im Prinzip würde dann eine einfache Anzeigeeinrichtung wie in Bild 2 beschaffen sein. Die am Schwingkreis stehende Hf-Spannung wird über C 4 der Diode D zugeführt, dort gleichgerichtet und über den Widerstand R 4 am Milliamperemeter angezeigt. Diese wohl sehr einfache Schaltung hat aber einen Nachteil, daß wiederum wie bei der Messung des Basisstromes ein empfindliches Instrument erforderlich wäre. Trotzdem wird in einem späteren Abschnitt ein brauchbares Gerät nach diesem Konzept beschrieben.

Um diesen Nachteil zu umgehen, schaltet man zwischen Gleichrichter und Milliamperemeter noch eine Verstärkerstufe mit einem Transistor ein. Dadurch ist es möglich, ein weniger empfindliches Instrument zu verwenden. In **Bild 36** ist eine Transdiperschaltung gezeigt, bei der eine Verstärkerstufe zwischen Gleichrichtung und Anzeige eingefügt ist. Der Einfachheit halber ist das Milliamperemeter gleich in den Kollektorkreis des Verstärkertransistors gelegt. Damit wird zwar noch nicht die größte Anzeigeempfindlichkeit erzielt, aber die Anordnung stellt schon eine für die Praxis brauchbare Lösung dar.

Erwähnenswert ist bei der Schaltung nach Bild 36 außerdem, daß die gleichzurichtende Hf-Spannung nicht direkt am Schwingkreis abgenommen wird, sondern am Emitter des Transistors. Diese Maßnahme verhindert eine zu starke Belastung des Schwingkreises und verbessert damit die Schwingstabilität des Oszillators.

Eine weitere Möglichkeit, die Anzeige empfindlicher zu gestalten, ist die Verwendung einer Spannungsverdoppler-Schal-

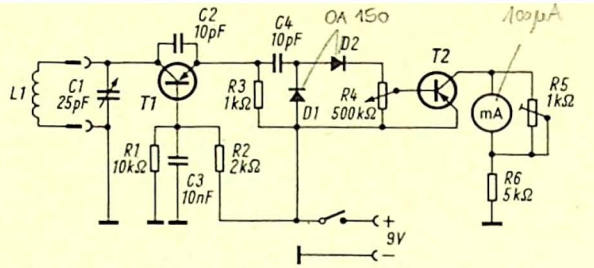


Bild 37. Transdiperschaltung mit Spannungsverdopplung bei der Hf-Gleichrichtung

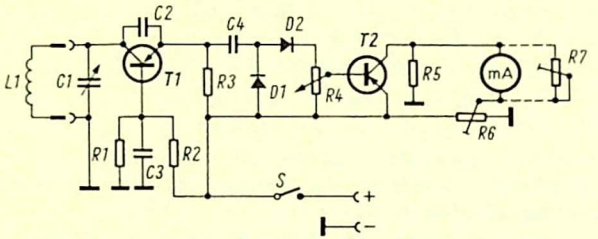


Bild 38. Transdiper mit Brückenschaltung für das Anzeigeinstrument

tung für die Hf-Gleichrichtung **(Bild 37)**. Die zur Gleichrichtung dienenden Dioden D 1 und D 2 sind so gepolt, daß sich die an ihnen aufbauenden Gleichspannungen addieren, so daß dem Anzeigeverstärker mit Transistor T 2 an der Basis schon eine höhere Steuerspannung angeboten werden kann. Im Kollektorstromkreis von T 2 ist in Serie mit dem Milliamperemeter noch der Arbeitswiderstand R 6 zu finden. Parallel zum Milliamperemeter liegt ein Trimmerwiderstand R 5, der neben dem Empfindlichkeitsregler R 4 die Einregelung eines günstigen Ausschlages am Instrument ermöglicht.

Eine Schaltung nach **Bild 38** ist im Oszillator- und Gleichrichterteil gleich wie im Bild 37, jedoch liegt hier das Anzeigeinstrument in einer Brückenschaltung, die die Anzeigeempfindlichkeit wesentlich verbessert. Die Brückenschaltung wird mit dem Potentiometer R 6 sowie mit dem Empfindlichkeitsregler R 4 so einge-

stellt, daß das Milliamperemeter einen mittleren Ausschlag zeigt. Bei Resonanz des Transdipers mit einem Meßobjekt erscheint dann der gewünschte Dip am Meßinstrument. Je nach dem verwendeten Milliamperemeter kann unter Umständen noch ein regelbarer Shuntwiderstand R 7 (gestrichelt eingezeichnet) günstig sein.

3.3 Abstimmeinrichtungen

Bei der Betrachtung einzelner Oszillatorschaltungen wurde bereits erwähnt, daß ein Einfachdrehkondensator zur Abstimmung günstig sei. Der zur Colpittsschaltung erforderliche Schmetterlingsdrehkondensator hat lediglich den Nachteil, daß er nur einen Drehwinkel von 90° hat, wogegen der Einfachdrehkondensator einen Drehwinkel von 180° bietet. Dieser Drehwinkel ist nun jedoch beim Bau eines Transdipers nicht der ausschlaggebende Faktor, sondern die Abmessungen des Abstimmdrehkondensators fallen wesentlich mehr ins Gewicht. Gerade beim Transdiper haben alle sonstigen Bauteile (Transistoren und Widerstände) sehr kleine Abmessungen, so daß neben der Stromversorgungsbatterie der Drehkondensator den meisten Raum beansprucht.

Wie später noch gezeigt wird, kann der Drehkondensator entfallen, wenn zur Abstimmung eine Kapazitätsdiode eingesetzt wird.

Die Abstimmung des am Anzeigeinstrument zu erkennenden Dips ist je nach dem Kopplungsgrad zwischen Transdiper und Meßobjekt ziemlich breit, so daß zur Betätigung des Drehkondensators kein Feinantrieb erforderlich ist. Aus diesem Grunde wird auf die Drehkondensator-Achse ein einfacher Abstimmknopf aufgesetzt.

Die Spulen zum Transdiper werden wie beim Röhren-Griddipmeter ebenfalls steckbar gemacht.

Beim Aufbau des Transdipers ist wiederum auf kürzeste Längen der Hf führenden Leitungen zu achten. Besonders zwischen den Buchsen für die Steckspulen und dem Abstimmdrehkondensator dürfen nur ganz kurze Verbindungsleitungen entstehen. Je kürzer alle Hf-Leitungen und je kleiner ihre Induktivitäten werden, und je kleiner alle Streukapazitäten sind, desto höher wird

die oberste Frequenz liegen, für die der Transdiper verwendbar ist. Als Schaltdraht für Hf-Leitungen sollte im Hinblick auf niedrige Leitungsinduktivitäten kein Draht unter 1 mm ⌀ Verwendung finden. Aus diesem Grunde wird auch der Oszillatortransistor selbst nur mit ganz kurzen Drahtenden direkt in die Schaltung eingelötet, und auf die Verwendung einer Fassung verzichtet.

Zur Größe der Kapazität für den Abstimmdrehkondensator ist noch zu erwähnen, daß diese je nach dem Verwendungsbereich zu wählen ist. Als Faustregel kann gelten, daß für Frequenzen über 20 MHz die Abstimmkapazität nicht größer als 10 pF sein kann, dagegen in den Bereichen unter 20 MHz der Drehkondensator mindestens 100 pF haben sollte. Ist der Abstimmdrehkondensator in den Bereichen über 20 MHz größer als 10 pF, so ergibt er zwar für die niedrigen Frequenzbereiche günstigere Abstimmkurven, verursacht aber infolge seiner größeren Anfangskapazität eine baldige Begrenzung bei den hohen Frequenzen. Eine zu kleine Abstimmkapazität ergibt in den unteren Frequenzbereichen neben einem ungünstigen L/C-Verhältnis die Notwendigkeit einer großen Anzahl an Steckspulen.

Beim Transdiper für niedere Frequenzen, bei dem ein Abstimmdrehkondensator mit etwa 100 pF Kapazität angebracht ist, ergeben sich die gleichen Vor- und Nachteile wie bei den hochfrequenten Ausführungen. Wie sich in der Praxis zeigt, sind Dipmeter meist mehr zur Arbeit bei hohen Frequenzen gefragt. Die niedrigen Frequenzen der Mittel- oder Langwellenbereiche ergeben bei weitem nicht die vielen Anwendungsgebiete wie sie in den Kurzwellen- oder noch viel mehr in den UKW-Bereichen laufend anfallen.

Es wurde schon einmal erwähnt, daß zur Abstimmung auch *Kapazitätsdioden* (Varicaps) verwendet werden können. Sie haben beim Betrieb in Sperrichtung die Eigenschaft, daß mit einer angelegten veränderlichen Gleichspannung in weitem Umfange ihre Elektrodenkapazität geändert werden kann. In der Rundfunk- und Fernsehtechnik werden die Kapazitätsdioden in automatischen Nachstimmeinrichtungen verwendet. Bei einer Verstimmung des Empfängeroszillators gegenüber der Sollfrequenz ergibt dies im Demodulationsteil, z. B. einer Diskriminator-

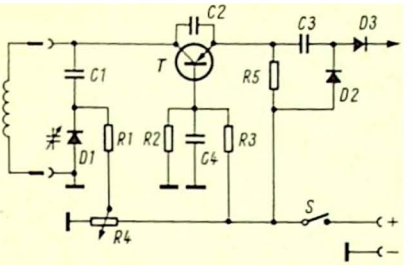


Bild 39. Transdiperoszillator mit Kapazitätsdiodenabstimmung

schaltung, eine Gleichspannung, die richtig gepolt der Abstimmdiode zugeführt wird. Die dem Oszillatordrehkondensator parallel liegende Diode ändert ihre Kapazität so, daß der Kreis wieder richtig auf die Senderfrequenz eingestellt ist.

Bei der Verwendung in Transdipern wird die zur Kapazitätsänderung erforderliche Gleichspannung an einem über der Batteriespannung liegenden Potentiometer abgenommen. In **Bild 39** ist die Schaltung einer Kapazitätsdiode bei einem Oszillator gezeigt. Statt des sonst üblichen Drehkondensators ist hier die Diode D 1 wirksam. Über den Widerstand R 1 wird der Diode die zu ihrer Kapazitätsänderung notwendige Gleichspannung zugeführt. Damit der Kreis durch die Diode nicht zu sehr bedämpft wird, ist der Widerstand R 1 mindestens 50 kΩ groß zu wählen. Ein Spannungsverlust ist dabei nicht zu befürchten, da die Diode in der Sperrichtung betrieben wird und deshalb kein Strom fließt. Der Kondensator C 1 hat einen unkritischen Wert von etwa 500 pF und dient lediglich zur galvanischen Trennung der Diode vom Schwingkreis.

Es ist wichtig, möglichst eine Dioden-Type mit hoher Güte auszusuchen. Abstimmdioden mit niedriger Güte bedämpfen den Schwingkreis zu sehr, so daß entweder nur eine kleine Schwingamplitude zur Verfügung steht oder die ganze Anordnung, speziell bei hohen Frequenzen, nicht mehr schwingt. Derzeitige preiswerte Kapazitätsdioden von hoher Güte sind u. a.:

von Telefunken die Type BA 121, BA 124,
von Siemens & Halske die Type BA 120, BA 138, BA 139, BB 103, BB 104, BB 105, BB 107, BB 109,
von Intermetall die Type BA 110.

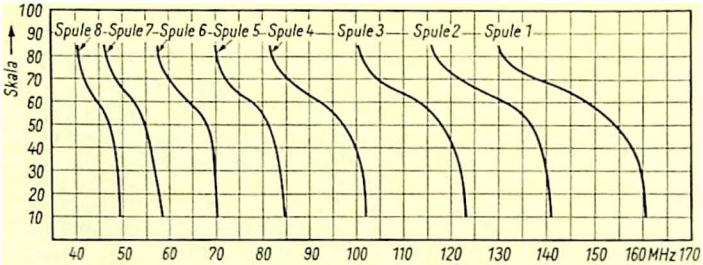


Bild 40. Abstimmkurven für ein Spulensortiment eines Transdipers mit Diodenabstimmung bei Verwendung eines linearen Potentiometers

Neben der Diode ist bei dieser Anordnung der wichtigste Bauteil das Abstimmpotentiometer. Wird ein normales billiges Potentiometer verwendet, so muß man ohne besondere Maßnahmen mit einer etwas „verbogenen" Abstimmkurve vorlieb nehmen. Dieses unerwünschte Ergebnis rührt daher, daß wohl die Kapazitätsdiode über einen großen Spannungsbereich hinweg einen fast linearen Kapazitätsverlauf hat, aber die als linear bezeichneten billigen Potentiometer alles andere als einen linearen Widerstandsverlauf haben. Am günstigsten wären für diesen Zweck drahtgewickelte Potentiometer. Sie haben aber den Nachteil großer Abmessungen. Falls auf den Preis keine Rücksicht zu nehmen ist, könnte man die heute von vielen Firmen hergestellten Präzisionspotentiometer wählen. Die Ideallösung würden sie zwar auch noch nicht sein, da sie um den ganzen Widerstandsverlauf zu erfassen meist mehrere Achsumdrehungen erfordern.

Wichtig ist es, bei dem Potentiometer auf eine sehr gute Kontaktgabe ein besonderes Augenmerk zu richten. Fehlt diese Eigenschaft, so sind Sprünge in der Abstimmkurve die Folge.

Um die zu ergreifenden Maßnahmen und die trotzdem noch entstehenden krummen Kurven bei der Abstimmung zu verstehen, sei nachstehend auf die Zusammenhänge etwas näher eingegangen. In **Bild 40** sind einige Abstimmkurven eines Transdipers dargestellt, bei dem ein normales lineares Schichtpotentiometer verwendet wurde. Die Kurven verlaufen am Anfang und am Ende fast senkrecht und nur etwa ein Drittel davon hat einen Verlauf, der für Abstimmzwecke brauchbar wäre. Wenn man den

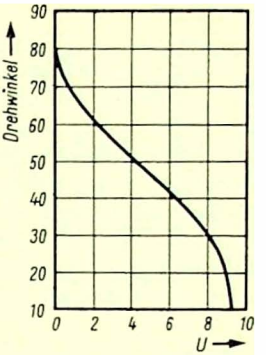
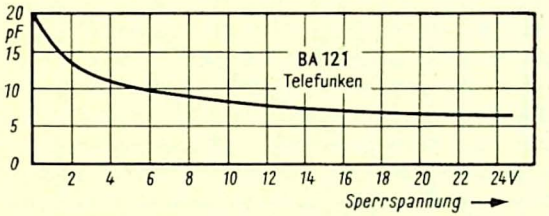


Bild 41. Verlauf einer an einem normalen linearen Potentiometer abgenommenen Spannung

Unten: Bild 42. Kapazitätsverlauf einer Diode BA 121, abhängig von der Sperrspannung



in **Bild 41** aufgezeichneten Spannungsverlauf am Schleifer des Potentiometers mit den Abstimmkurven gemäß Bild 40 vergleicht, so ist unschwer derselbe Kurvenverlauf zu erkennen. Selbstverständlich hat auch noch der Kapazitätsverlauf der Diode selbst einen Einfluß auf die Form der Abstimmkurven.

In **Bild 42** ist der Kapazitätsverlauf abhängig von der angelegten Sperrspannung für die Diode BA 121 aufgetragen. Aus dem Diagramm ist zu ersehen, daß die Kapazität der Diode von der Sperrspannung 0 weg anfänglich einen etwas gekrümmten Verlauf hat, dann aber fast linear verläuft. Man könnte bei einem Transdiper diesen gekrümmten Teil der Kennlinie dadurch abschneiden, daß man der Diode eine Vorspannung gibt, um für den eigentlichen Abstimmverlauf nur den geraden Teil der Kennlinie zur Verfügung zu haben. Diese Maßnahme wäre nur dann sehr günstig, wenn eine hohe Betriebsspannung vorhanden ist. Dem steht aber wiederum entgegen, daß für den gedachten

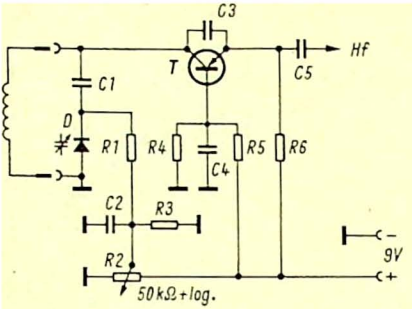
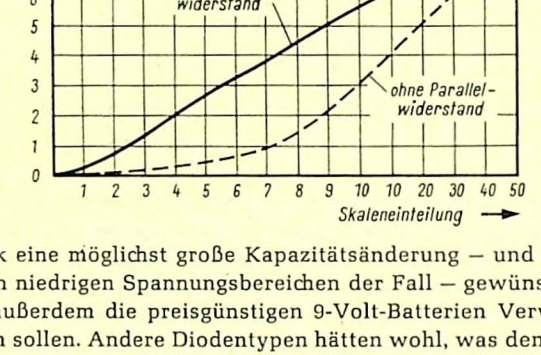


Bild 43. Schaltung eines mit Diode abgestimmten Oszillators mit logarithmischem Potentiometer R 2 und Parallelwiderstand R 3

Unten: Bild 44. Spannungsverlauf am Schleifer des Potentiometers R 2 nach Bild 43 mit und ohne Parallelwiderstand R 3. Die ausgezogene Kurve ist mit R 3 und die gestrichelt gezeichnete Kurve ohne R 3 erzielt



Zweck eine möglichst große Kapazitätsänderung – und diese ist in den niedrigen Spannungsbereichen der Fall – gewünscht wird und außerdem die preisgünstigen 9-Volt-Batterien Verwendung finden sollen. Andere Diodentypen hätten wohl, was den Umfang anbelangt, einen günstigeren Kapazitätsverlauf, aber dafür wieder eine wesentlich schlechtere Güte.

Um nun mit den vorhandenen Mitteln das Bestmögliche zu erzielen, wurde folgender Kompromiß gefunden: Wie in **Bild 43** zu erkennen, wird als Abstimmpotentiometer ein Typ mit logarithmischem Widerstandsverlauf gewählt und dazu zwischen Schleifer und Minuspol der Spannungsquelle ein Widerstand R 3 parallel gelegt. Diese Anordnung ermöglicht einen fast geradlinigen Spannungsverlauf am Schleifer des Potentiometers. In **Bild 44** ist der Spannungsverlauf eines logarithmischen Potentiometers

mit und ohne Parallelwiderstand dargestellt. Durch entsprechende Wahl des Wertes für R 3 ist für ein bestimmtes Potentiometer ein fast linearer Widerstandsverlauf zu erzielen. Nachdem aber die Diode gerade in dem Teil ihrer Kennlinie von 0 bis 9 Volt keinen linearen Verlauf zeigt, ist es wichtig, den Wert für R 3 im endgültigen Betriebszustand des Dipmeters, also mit Diode, zu ermitteln. Wie bei einer späteren Beschreibung eines Transdipers noch gezeigt wird, lassen sich durch diese Schaltungsmaßnahmen recht brauchbare Abstimmkurven erzielen. Zu einer Diode BA 121 von Telefunken wurde bei einem logarithmischen Potentiometer mit 50 kΩ ein Parallelwiderstand R 3 von etwa 70 kΩ als günstig ermittelt.

Zur Wahl des Abstimmdrehkondensators wurde schon bei den Griddipmetern erklärt, daß für niedrige Frequenzbereiche eine größere Abstimmkapazität erforderlich ist. Soll bei einem Transdiper wie vorgeschlagen die Abstimmung mit einer Kapazitätsdiode vorgenommen werden, so ist auch hier für niedrige Frequenzbereiche eine Diode erforderlich, die eine höhere Kapazität als die bereits erwähnten Typen hat. Dioden, wie sie für Nachstimmzwecke in UKW-Rundfunk- und Fernsehempfängern Anwendung finden, können auch hier eingeschaltet werden. Nachstehend seien einige Typen angegeben, die für Frequenzbereiche eines Dipmeters unter 50 MHz einen genügend großen Kapazitätsvariationsbereich haben.

Telefunken: BA 101,
Siemens & Halske: BA 119,
Intermetall: BA 111 und BA 112 oder für ganz niedrige Frequenzen im Mittelwellenbereich BA 123,
Valvo: BA 102.

Darüber hinaus gibt es noch eine große Anzahl Kapazitätsdioden von ausländischen Herstellern.

Bei den oben erwähnten Diodentypen mit höheren Kapazitätswerten sei noch ergänzend darauf hingewiesen, daß diese eine wesentlich niedrigere Güte haben als die früher erwähnten Typen für hohe Frequenzen. Bei den niedrigeren Frequenzen fällt dies aber nicht so sehr ins Gewicht. In **Bild 45** ist die Abhängigkeit des Gütefaktors von der Frequenz für eine Intermetall-Diode BA 110 dargestellt. Festzustellen ist noch, daß der

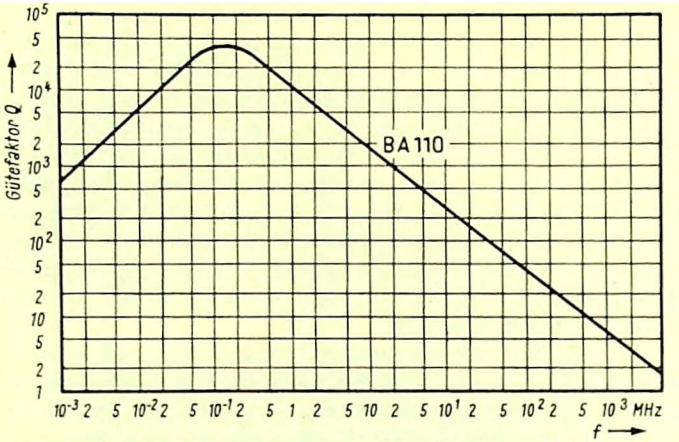


Bild 45. Gütefaktor einer Diode BA 110, abhängig von der Frequenz aufgetragen

Gütefaktor einer Diode sehr wesentlich von der angelegten Sperrspannung abhängt. Mit größer werdender Sperrspannung steigt auch der Gütefaktor.

3.4 Stromversorgung

Die mit Transistoren bestückten Transdiper haben gegenüber den mit Röhren arbeitenden Griddipmetern den Vorteil, daß sie einen sehr kleinen Stromverbrauch haben. Aus diesem Grunde bietet sich dafür die Speisung aus Batterien an. Dazu kommt noch, daß sie keine Anheizzeit erfordern, somit nach dem Einschalten sofort betriebsbereit sind und deshalb nur während der Benützungsdauer eingeschaltet bleiben. Infolge der dabei entstehenden kurzen Betriebszeiten lohnt es sich gar nicht, zur Speisung ein Netzgerät vorzusehen. Dieses hätte sogar den großen Nachteil, daß die Verbindungskabel zum Netzgerät oder, falls dieses mit dem Dipmeter zu einer Einheit zusammengebaut würde, das Netzanschlußkabel selbst hindern würden.

Der niedrige Stromverbrauch des Transdipers ermöglicht es beispielsweise, zur Stromversorgung die kleinen 9-Volt-Trockenbatterien, wie sie bei den Transistor-Taschenempfängern Ver-

wendung finden, anzuwenden. Diese Batterien haben neben kleinen Abmessungen auch noch ein sehr geringes Gewicht, so daß sie mühelos in das Gehäuse des Transdipers mit eingebaut werden können. Der Transdiper bleibt damit trotz der eingebauten Stromquelle klein und handlich.

Die Inbetriebsetzung des Gerätes erfolgt mit einem als Taste ausgeführten Schalter. Wird das Gerät in die Hand genommen, so wird gleichzeitig die Einschalttaste gedrückt und damit die Betriebsbereitschaft hergestellt. Wird das Gerät nicht mehr benötigt, legt man es aus der Hand und läßt damit zwangsläufig die Einschalttaste los.

Wie im vorangegangenen Abschnitt 3.3 angedeutet wurde, wäre in Fällen, in denen eine Kapazitätsdiode zur Abstimmung verwendet wird, eventuell eine etwas höhere Spannung von Vorteil. In der gleichen Größe wie die oben erwähnte 9-Volt-Transistorbatterie führen die Batteriehersteller eine Type mit 22,5 Volt, die früher häufig bei Schwerhörigengeräten Verwendung fand. Mit dieser Betriebsspannung könnten unter bestimmten Voraussetzungen auch die zur Schaltung notwendigen beiden Transistoren betrieben werden. Man müßte dazu lediglich die Basis- und Emitterwiderstände ändern. Für den Betrieb der Abstimmdioden ergäbe sich eine größere Ausnützung des Kapazitätsvariationsbereiches, dann die bessere Güte der Dioden bei höheren Spannungen, und zuletzt wäre auch noch die größere Länge des linearen Abstimmverlaufes zu erwähnen. Diesen Vorteilen stehen der höhere Preis und die kleinere Stromkapazität gegenüber. Das gleiche gilt auch für die Mikrodyn-Anodenbatterie mit 15 Volt Betriebsspannung.

Die 9-Volt-Transistorbatterie hat trotz der niedrigen Spannung für Kapazitätsdioden den Vorteil, daß sie überall billig und frisch zu haben ist, was von allen anderen Batterietypen dieser Art nicht immer gesagt werden kann. Wie bei dem im nächsten Abschnitt beschriebenen Gerät gezeigt wird, ist trotz niedriger Betriebsspannung mit einer Kapazitätsdiode auch bei verhältnismäßig niedrigen Frequenzen noch eine brauchbare Abstimmkurve zu erzielen.

Um die kleine Kapazität der Mikrodyn-Anodenbatterien nicht zu schnell zu erschöpfen, empfiehlt es sich, für die Speisung der

Transistoren eine 9-Volt-Batterie und für die Versorgung der Kapazitätsdiode eine 22,5-Volt-Mikrodyn-Anodenbatterie einzubauen. Bei der Verwendung eines hochohmigen Abstimmpotentiometers würde der Stromverbrauch in Grenzen gehalten.

Falls auf den Preis keine Rücksicht zu nehmen ist, sind für die Stromversorgung auch Akkumulatoren, wie sie z. B. von der Firma Deac hergestellt werden, ideal. Es gibt diese mit gleichen Dimensionen, wie sie die 9-Volt-Transistorbatterien haben. Außerdem kann man sie in einer Säulenzusammenstellung für jede gewünschte Spannung haben. Sie bestehen aus einzelnen Knopfzellen, die zur galvanischen Verbindung aneinandergeschweißt sind; über die ganze Säule ist dann ein Plastik-Schrumpfschlauch gezogen. So gibt es von Deac eine Säule mit zehn Knopfzellen vom Typ 100 DK, mit einer Gesamtspannung von 12 Volt und einer Höhe von 65 mm bei einem Durchmesser von 26 mm. Die Spannung von 12 Volt wäre für die Transdiperbestückung sogar noch etwas günstiger als die Spannung von 9 Volt der Transistorbatterien. Der Oszillator des Gerätes hätte eine etwas größere Leistung, und falls eine Kapazitätsdiode zur Abstimmung verwendet wird, ergeben sich zusätzlich Vorteile, wie im Abschnitt 3.3 schon beschrieben.

3.5 Bauvorschlag für einen Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung

Um dem am Nachbau interessierten Leser Anregungen für den Bau von Transdipern zu geben, werden in den folgenden Abschnitten drei Beispiele beschrieben.

Beim ersten Gerät wird die Schaltung nach Bild 37 angewandt. Die wichtigsten Merkmale dieser Schaltung sind die Abstimmung mit einem Drehkondensator, die Hf-Gleichrichtung in einer Spannungsverdopplerschaltung und die Lage des Anzeigeinstrumentes im Kollektorkreis der Verstärkerstufe.

Das Chassis zum Gerät wird aus Aluminiumblech von 1 mm Stärke hergestellt. Nach **Bild 46** wird das Blech zugeschnitten und gebohrt. Die Bohrungen werden zweckmäßigerweise schon vor dem Abkanten des Bleches angebracht. In diesem Zustand hat das verhältnismäßig schwache Blech eine große und flache Auflage beim Bohren, und es kann sich nicht so sehr verbiegen. Nach

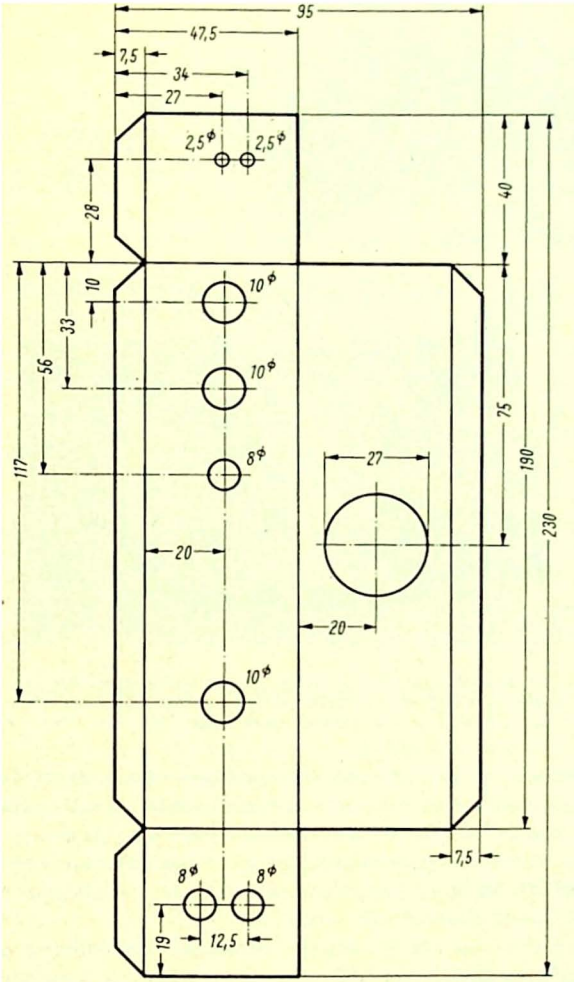


Bild 46. Blechabwicklung für das Chassis zum Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung

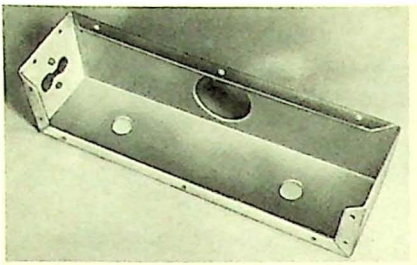


Bild 47. Fertig gebohrtes und gebogenes Chassis zum Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung

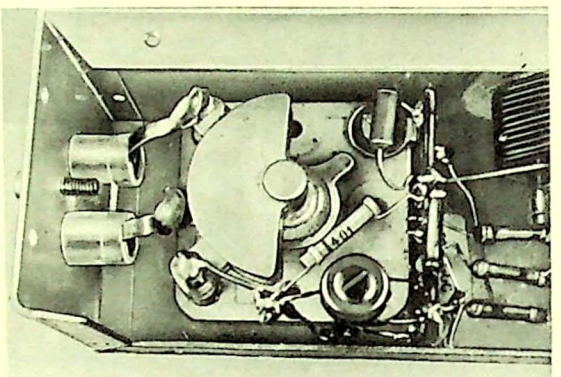


Bild 48. Einbau der Doppelbuchse für die Steckspulen. Die Lötfahnen der Buchse sind direkt mit den Anschlüssen des Drehkondensators verlötet

dem Bohren werden die Löcher entgratet, und erst dann wird das Abkanten nach den dünneren Linien in Bild 46 vorgenommen. Nach dem Abkanten hat das Chassis trotz der geringen Blechstärke auch ohne Abdeckhaube schon die gewünschte Festigkeit. In **Bild 47** ist das gebohrte und gebogene Chassis ohne Bestückung mit Bauteilen zu sehen.

Als Buchse für die Steckspule wurde, wie aus **Bild 48** ersichtlich, eine Antennen-Doppelbuchse aus einem Fernsehempfänger verwendet. Die Lötfahnen der Buchse sind direkt an den Drehkondensator angelötet. Dadurch werden zusätzliche Induktivitäten durch Schaltdrähte vermieden, was andererseits einer Er-

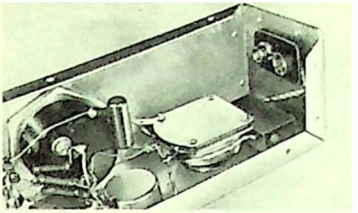


Bild 49. Einbau des Milliamperemeters, des regelbaren Shuntwiderstandes, des Empfindlichkeitsreglers und der Einschalttaste. An der rechten Stirnwand sind die Druckknöpfe für die 9-Volt-Batterie ersichtlich

weiterung des Frequenzbereiches zugute kommt. Der Drehkondensator hat eine Kapazität von 25 pF.

Der Transistor T 1 (AFY 11 oder eine ähnliche Type) ist dicht neben dem Drehkondensator ohne Fassung frei in die Schaltung gelötet. Hinter dem Drehkondensator dient eine kurze Lötösenleiste als Stützpunkte für Widerstände und Kondensatoren. Daran anschließend ist in **Bild 49** das Anzeigeinstrument mit dem dahinter ebenfalls frei in die Schaltung gelöteten Transistor T 2 (OC 307) ersichtlich. Unter dem Milliamperemeter mit 100 µA Vollausschlag ist der zu ihm parallel liegende Shuntwiderstand R 7 angeordnet. Die Möglichkeit, diesen Widerstand von außen bedienen zu können, ergibt eine genauere Dosierung der Anzeigeempfindlichkeit, die sonst mit dem ebenfalls in Bild 49 ersichtlichen Potentiometer R 4 einreguliert wird. Neben diesem Potentiometer ist am rechten Ende des Chassis noch die Einschalttaste erkenntlich.

Für den Anschluß der Speisebatterie, es ist dies eine 9-Volt-Batterie, wie sie bei den Transistor-Taschenempfängern verwendet wird, ist an der senkrechten Abschlußwand des Chassis ein Druckknopfpaar montiert. Bei der Montage dieser Druckknöpfe wird der „männliche" Teil mit einer 2-mm-Befestigungsschraube leitend mit dem Chassis verbunden. Der „weibliche" Teil der Druckknöpfe führt die Plusspannung und ist deswegen isoliert eingesetzt. Der Pertinaxstreifen, auf dem die Druckknöpfe montiert sind, wird zwischen den beiden Druckknöpfen mit einer weiteren Schraube an der Blechwand befestigt und damit gegen Verdrehung gesichert. Die Batterie wird freitragend in die Druckknöpfe gedrückt und findet dort infolge des geringen Eigengewichtes genügend Halt. In **Bild 50** ist die so eingeknöpfte Batterie zu sehen.

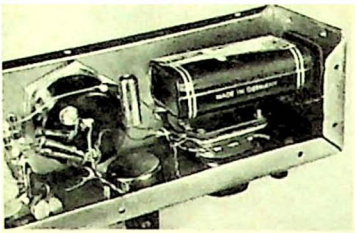
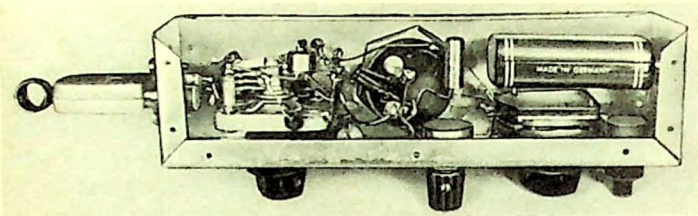


Bild 50. 9-Volt-Batterie zur Stromversorgung des Transdipers, in das Chassis eingeknöpft

Unten: Bild 51. Seitenansicht des geöffneten Transdipers mit Drehkondensatorabstimmung



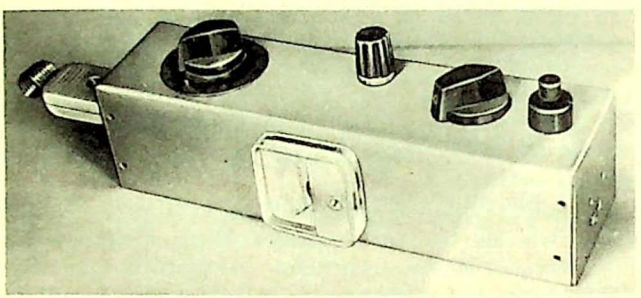


Bild 52. Betriebsfertiger Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung

Bild 51 zeigt eine Gesamtansicht des offenen Gerätes. Am linken Kopfende ist eine Steckspule in die Buchsen eingeführt. Der gesamte Aufbau ist übersichtlich und weiträumig, so daß bei einiger Sorgfalt und Mühe das Gerät noch wesentlich kleiner gebaut werden könnte.

In **Bild 52** ist die praktische Anordnung der Bedienungsknöpfe zu sehen. Anhand der Bilder 4 und 5 in Abschnitt 1.2 wurde schon darauf hingewiesen, daß die Anordnung des Anzeigeinstrumentes

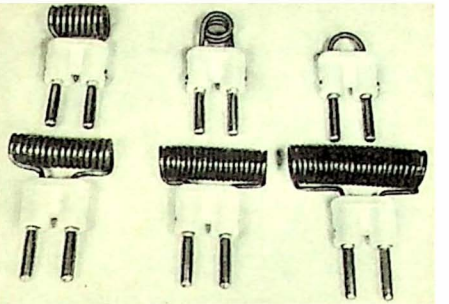


Bild 53. Steckspulen zum Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung

unter dem Abstimmknopf ungünstig ist. Aus diesem Grunde wurde auch im vorliegenden Falle das Milliamperemeter in einer Seitenwand untergebracht. Dadurch kann man das Gerät mit der linken Hand halten und mit dem linken Daumen die Einschalttaste drücken. Die rechte Hand ist frei zur Bedienung des Abstimmknopfes und verdeckt außerdem, was sehr wesentlich ist, das Anzeigeinstrument in keinem Falle.

Zur restlichen Kapselung des Transdipers dient ein rechtwinklig gebogener Blechstreifen, der mit Blechtreibschrauben mit den Chassisrändern verschraubt wird. Um nicht sämtliche Fingerabdrücke auf dem blanken Blech zu verewigen und um außerdem die Blechoberfläche nicht zu verkratzen, wurde das Chassis vor seiner Montage außen mit einem farblosen Kunstharzlack gestrichen.

Wie bereits kurz erwähnt, wurde bei diesem Gerät für die Steckspulen eine Antennenbuchse eingebaut. Wie aus **Bild 53** ersichtlich, sind die Spulen auf Antennensteckern montiert. Diese

Tabelle 2: Spulendaten für Transdiper mit Drehkondensatorabstimmung

Frequenzbereich MHz	Windungszahl	Draht-⌀ mm	Spulen-⌀ mm	Spulenlänge mm
20,0 bis 31,5	25	1,0	11	45
26,0 bis 42,0	20	1,0	9	35
32,5 bis 53,0	16	0,8	8	32
47,0 bis 76,0	9	1,5	8	20
75,5 bis 117,5	3	1,5	8	5
109,0 bis 155,0	0,5	1,5	10	–

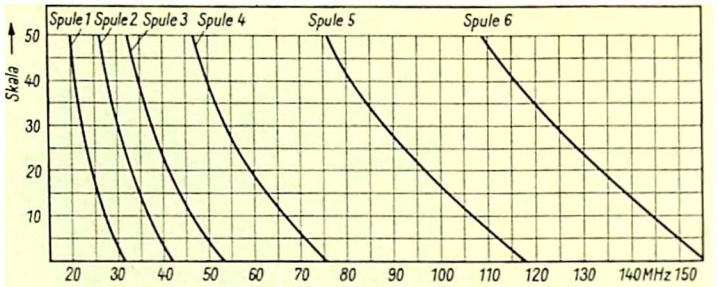


Bild 54. Abstimmkurven für die in Bild 53 gezeigten Spulen

Stecker gewährleisten einmal eine gute Kontaktgabe und außerdem gute mechanische Stabilität der Steckspulen.

Um besonders den Spulen mit viel Windungen eine gute mechanische Stabilität zu geben, werden sie vor der Aufnahme der Eichkurven mit Uhu oder Kunstharzlack bestrichen. So präparierte Spulen behalten auch bei rauher Behandlung ihre Form und speziell die eng aneinanderliegenden Windungen.

Die mit den in Bild 53 vorgestellten Spulen zu bestreichenden Frequenzbereiche erscheinen mit den zugeordneten Windungszahlen in **Tabelle 2.** In **Bild 54** sind die Abstimmkurven für die sechs Spulen wiedergegeben.

Sollten noch niedrigere Frequenzbereiche erfaßt werden, so ist es am zweckmäßigsten, ein weiteres Dipmeter mit einem größeren Drehkondensator zu erstellen. Ein Kapazitätswert von etwa 100 pF ist dafür angebracht. Sollte der Schwingungseinsatz bei sehr niedrigen Frequenzen nicht mehr stabil sein, so wird die Kapazität des Rückkopplungskondensators C 2 erhöht.

In diesem Zusammenhange sei noch erwähnt, daß bei der Verwendung eines größeren Drehkondensators gegebenenfalls auch ein anders dimensioniertes Chassis erforderlich sein kann.

3.6 Bauvorschlag für einen Transdiper mit Diodenabstimmung

Beim zweiten Gerät, das als Vorschlag für den Selbstbau beschrieben wird, dient statt eines Drehkondensators eine Kapazitätsdiode als Abstimmelement. Die Schaltung in **Bild 55** stimmt im hochfrequenten Teil mit Bild 39 überein und wurde dort

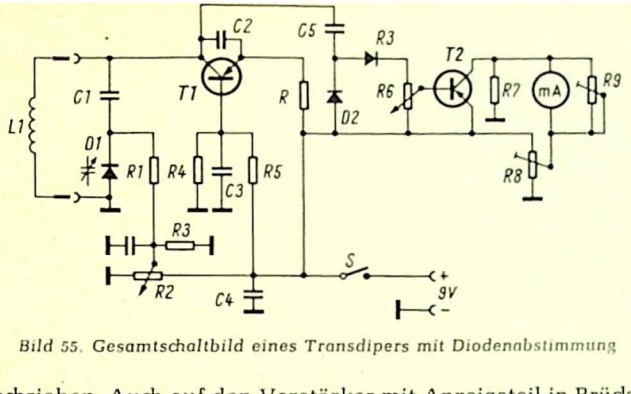


Bild 55. Gesamtschaltbild eines Transdipers mit Diodenabstimmung

beschrieben. Auch auf den Verstärker mit Anzeigeteil in Brückenschaltung wurde bei der Besprechung der Schaltung nach Bild 38 bereits eingegangen.

Zum Aufbau eines Versuchsgerätes wurde das Chassis nach **Bild 56** aus einem 1 mm starken Aluminiumblech mit der Laubsäge zugeschnitten. Die mechanischen Arbeiten dazu sind einfach und können mit primitiven Werkzeugen ausgeführt werden. Das große Loch für das Meßinstrument wird entweder mit einem Rekordlocher oder einer Reibahle, ev. einer Laubsäge, hergestellt. In **Bild 57** ist das fertig gebogene und gebohrte Chassis mit der Abdeckhaube zu sehen. Auch hier werden die Außenflächen des Gehäuses mit einem Schutzlack überzogen. Gewöhnlicher farbloser Kunstharzlack ist dafür bestens geeignet.

Bei der Montage der Bauteile wird wieder mit dem hochfrequenten Teil begonnen. Im vorliegenden Mustergerät wurde als Buchse für die Steckspulen eine Fassung für Schwingquarze verwendet. Wie später noch beschrieben, ergeben die Stecker der sogenannten Channel-Quarze, die manchmal bei den Funkamateuren mit für den Amateurgebrauch uninteressanten Frequenzen herumliegen, recht praktische Träger für die Spulen.

Die Verwendung einer Kapazitätsdiode zur Schwingkreis-Abstimmung bringt mehrere Vorteile. Durch die Einsparung des verhältnismäßig großen Drehkondensators entsteht ein wesentlich kleineres Gehäuse, was andererseits auch einem günstigeren hochfrequenten Aufbau entgegenkommt.

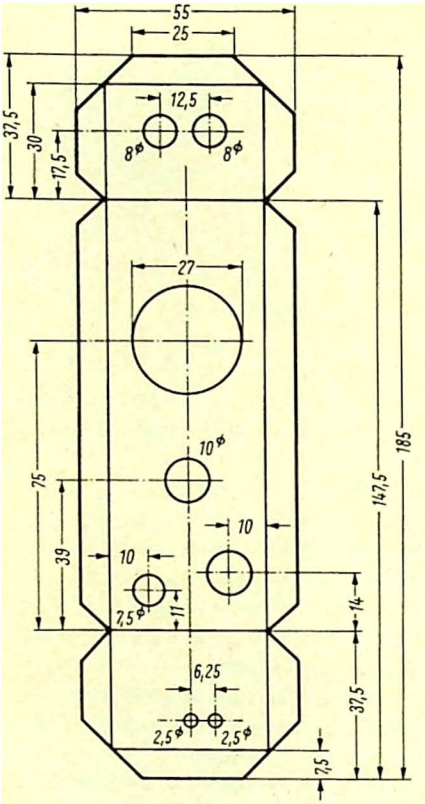


Bild 56. Blechabwicklung zum Chassis für den Transdiper mit Diodenabstimmung

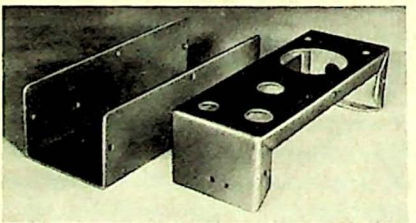


Bild 57. Gebohrtes und gebogenes Chassis mit Abdeckhaube zum Transdiper mit Diodenabstimmung

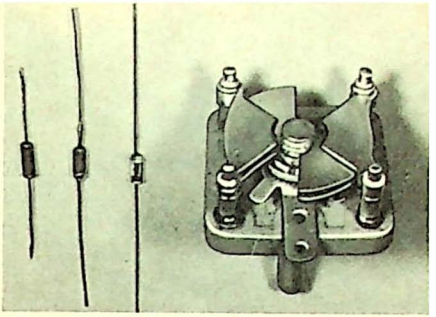
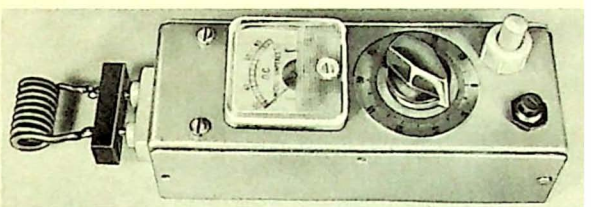


Bild 58. Kapazitätsdioden BA 121 (Telefunken), BA 120 (Siemens & Halske), BA 110 (Intermetall) neben einem UKW-Abstimmdrehkondensator zum Größenvergleich

Bild 59. Bedienungsseite des Transdipers mit Diodenabstimmung



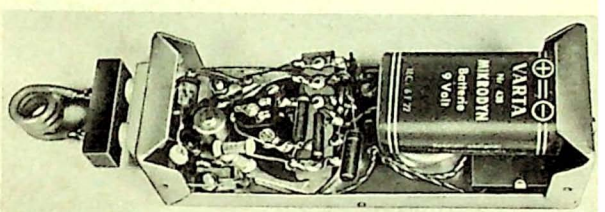


Bild 60. Innenaufbau des Transdipers mit Diodenabstimmung

Das eigentliche Abstimmelement ist bei dieser Schaltung die Kapazitätsdiode, die so klein ist, daß sie im Schaltungsaufbau bald nur mehr mit einem geübten Auge zu finden ist. In **Bild 58** liegen neben einem sonst für Dipmeter üblichen Drehkondensator einige Kapazitätsdioden zum Größenvergleich.

Die zur Kapazitätsänderung der Diode erforderliche Gleichspannung wird gemäß Abschnitt 3.3 mittels eines Potentiometers eingestellt. Nachdem die Anschlüsse zum Potentiometer keine Hochfrequenz führen, kann es an beliebiger Stelle des Chassis

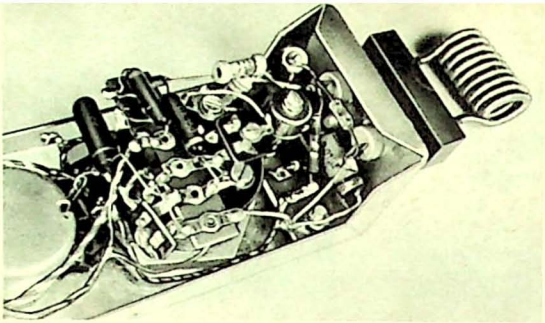


Bild 61. Rechte Seitenansicht des geöffneten Transdipers

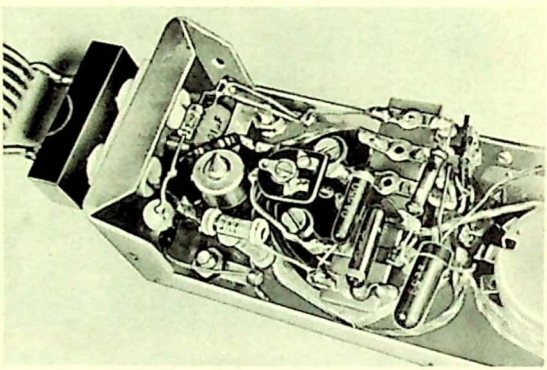


Bild 62. Linke Seitenansicht des geöffneten Transdipers

montiert sein. Dieser Vorteil ermöglicht es, das Anzeigeinstrument an das spulenseitige Ende des Gerätes zu setzen; das Instrument ist damit unmittelbar im Blickfeld. Das Instrument und die Abstimmskala können sich auf der gleichen Gehäuseseite befinden, ohne daß das Instrument bei der Bedienung des Abstimmknopfes mit der Hand verdeckt wird. In **Bild 59** ist der übersichtliche Aufbau des Bedienungsfeldes zu sehen. **Bild 60** zeigt den gesamten Innenaufbau des Gerätes. Hinter den Buchsen für die

Steckspulen ist der Hochfrequenzteil angeordnet. Rechts daneben folgt das Anzeigeinstrument mit der Hf-Gleichrichtung und -verstärkung. Ganz rechts über dem Abstimmpotentiometer ist die Speisebatterie erkennbar.

Genauere Montageeinzelheiten sind in **Bild 61** und **62** zu finden. Hinter der Spulenbuchse sitzt quer zum Chassis eine kurze Lötösenleiste, auf der Widerstände, Kondensatoren und der Oszillatortransistor montiert sind. Die Kapazitätsdiode ist neben dem oberen, vorderen Chassisrand erkenntlich. Dicht hinter dem hochfrequenten Teil des Gerätes folgt das Milliamperemeter. Im Mustergerät wurde ein japanisches Modell mit einem Meßbereich von 100 µA verwendet. Auch von deutschen

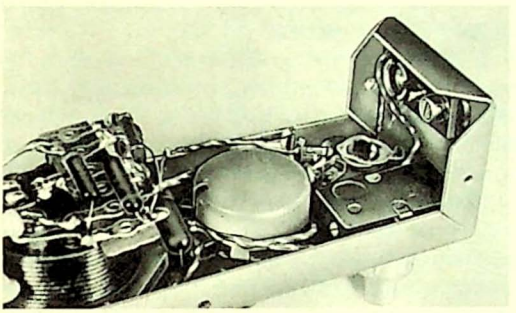


Bild 63. Hinterer Teil des Transdipers ohne eingeknöpfte Batterie

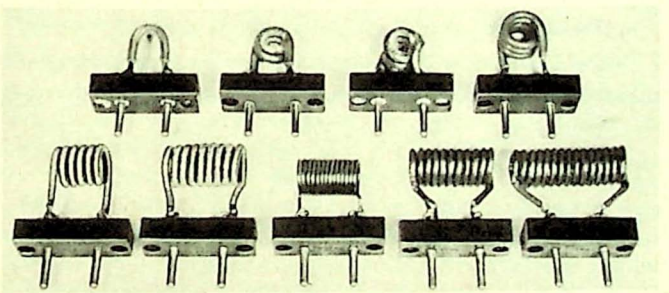


Bild 64. Spulensortiment auf Schwingquarzsockel zum Transdiper mit Diodenabstimmung

Herstellern gibt es derartige kleine, aber leider wesentlich teurere Instrumente. Wenn auch die Qualität der deutschen Instrumente besser ist, so reichen die Eigenschaften der billigen japanischen Instrumente für diesen Zweck vollkommen aus.

Über dem Instrument, an dessen Lötfahnen gehaltert, ist ein Lötösenstreifen zur Verteilung der Hf-Gleichrichterdioden und verschiedener anderer Bauteile, wie unter anderem des Verstärker-Transistors, zu sehen. In **Bild 63** ist neben dem Anzeigeinstrument das Abstimmpotentiometer zu erkennen, ganz rechts ein Trimmerpotentiometer zur Empfindlichkeitseinstellung und die Einschalttaste. An der senkrechten Abschlußwand des Chassis sind die Druckknöpfe für die 9-Volt-Batterie montiert. Die umgebogenen Chassisränder dienen zur Verschraubung der Abdeckhaube mit Blechtreibschrauben.

Wie schon kurz erwähnt, wurden die zum Gerät passenden Spulen gemäß **Bild 64** auf Stecker von Channel-Quarzen montiert. Diese Stecker sind sehr stabil und griffig. Selbstredend können auch andere Stecker Verwendung finden; beim Verfasser waren diese Quarze wegen ihrer uninteressanten Frequenzen gerade überzählig. Falls die Stecker erst angeschafft werden müssen, ist natürlich einer anderen Ausführung der Vorzug zu geben. Die Spulen werden wiederum aus dickem isoliertem Draht gewickelt, um eine möglichst große Stabilität zu erreichen. Ein Bestreichen der Spulen mit Uhu oder Kunstharzlack zur Erhöhung der Steifigkeit vor der Aufnahme der Abstimmkurven bewährt sich auch hier. Dieser Anstrich ist natürlich nur für die Spulen mit mehre-

Tabelle 3: Spulendaten für Transdiper mit Diodenabstimmung

Frequenzbereich MHz	Windungszahl	Draht-ϕ mm	Spulen-ϕ mm	Spulenlänge mm
35,0 bis 43,0	19	0,8	8	40
41,5 bis 53,0	15	0,8	8	30
49,5 bis 63,0	10	0,8	8	20
61,0 bis 77,5	8	1,5	8	20
75,0 bis 96,0	5	1,5	8	12
93,5 bis 121,0	3	1,0	7	7
120,5 bis 153,0	2	2,0	7	5
144,0 bis 175,0	0,5	2,0	7	–

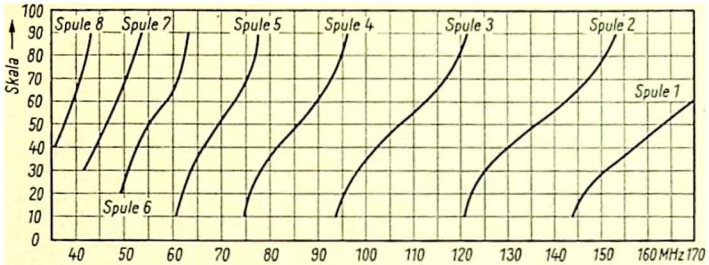


Bild 65. Kurvenschar zum Transdiper mit Diodenabstimmung, bei dem ein logarithmisches Potentiometer mit Parallelwiderstand verwendet wird

ren Windungen erforderlich. Die Spulen für die hohen Frequenzbereiche haben diese Behandlung nicht notwendig.

In **Tabelle 3** sind die Frequenzbereiche mit den Spulendimensionen zusammengefaßt. Die Windungszahlen sind möglichst so zu wählen, daß von einem Bereich zum anderen eine Überlappung erreicht wird. Wie in **Bild 65** zu erkennen, ist diese Überlappung bei den angegebenen Windungszahlen erzielt worden.

Die Kurvenformen sind im Vergleich mit den Abstimmkurven nach Bild 54 anders geartet. Die Ursache ist, wie bereits im Abschnitt 3.3 geschildert, einmal der Widerstandsverlauf des Abstimmpotentiometers, sodann der Kapazitätsverlauf der Diode.

3.7 Bauvorschlag für einen einfachen Kurzwellen-Transdiper

Als drittes Baumuster, das für Kurzwellen-Funkamateure von besonderem Interesse sein dürfte, sei noch ein ganz einfaches Gerät, bei dem die Schaltung und die Spulen speziell für die Kurzwellenbereiche ausgelegt sind, vorgestellt.

Aus der Schaltung nach **Bild 66** geht hervor, daß für die Anzeige keine Verstärkung vorgesehen ist. Das Anzeigeinstrument erhält über die Diode D 1 die gleichgerichtete Hf-Spannung des Oszillators. Aus Preisgründen und wegen der besseren Temperaturstabilität wurde im vorliegenden Falle ein Silizium-Transistor 2 N 708 verwendet. Diese Transistortype hat sehr gute Hf-Eigenschaften und ist auch, was die Schwingleistung anbelangt,

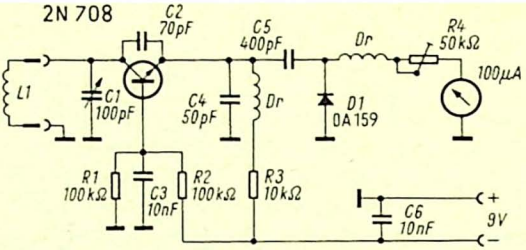


Bild 66. Schaltbild eines Kurzwellentransdipers ohne Anzeigeverstärker

gerade für diesen Zweck besonders gut geeignet. Ein Transistor der Type BFY 19 von SEL ist ebenfalls gut brauchbar.

Die Einfügung einer kleinen Hf-Drossel in die Emitterleitung neben einem Vorwiderstand von 10 kΩ brachte eine wesentliche Verbesserung gegenüber früher angegebenen Schaltungen.

Zur Hf-Gleichrichtung eignet sich eine Diode, wie beispielsweise die Telefunken-Type OA 159. Eine zweite Hf-Drossel versperrt der Hochfrequenz des Oszillators den Weg über das Anzeigeinstrument. Mit einem Einstell-Potentiometer R 4 wird die Anzeigeempfindlichkeit des Instrumentes einreguliert. Für das im Mustergerät verwendete japanische Profil-Instrument (Panel-Meter Mod. EW 15) ergab sich ein Wert von 50 kΩ für den Empfindlichkeitsregler.

Die beiden Hf-Drosseln sind kleine Kreuzwickel-Drosseln, wie sie in Fernsehempfängern zur Verdrosselung von Heizleitungen verwendet werden. Die Induktionswerte sind unkritisch.

Der Kollektorstrom des Transistors 2 N 708 ist im Durchschnitt ungefähr 1 mA bei den verschiedenen Bereichen, so daß hier wiederum eine 9-Volt-Transistorbatterie vorteilhaft Verwendung findet.

Die Maße für die Blechabwicklung des Gehäuses gehen aus **Bild 67** hervor. Es wird wieder 1 mm starkes Aluminiumblech verwendet, das sich mit der Laubsäge gut bearbeiten läßt. Nach dem Bohren und Abkanten wird es außen mit farblosem Kunstharzlack gestrichen. Die umgebogenen Ränder der Längsseiten erhöhen die Stabilität des Gehäuses und dienen zum Verschrau-

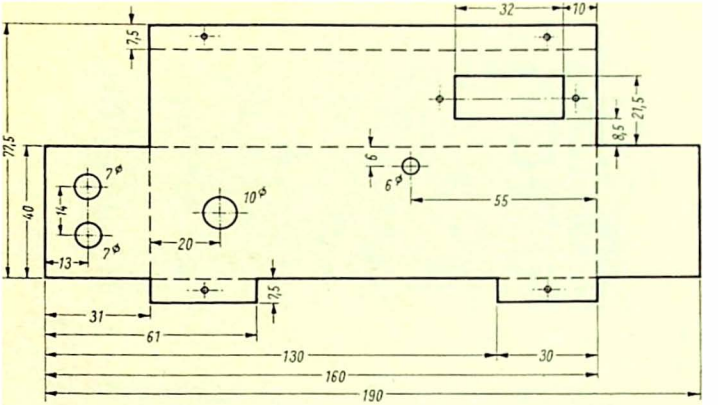


Bild 67. Blechabwicklung zum Chassis für einen Kurzwellentransdiper

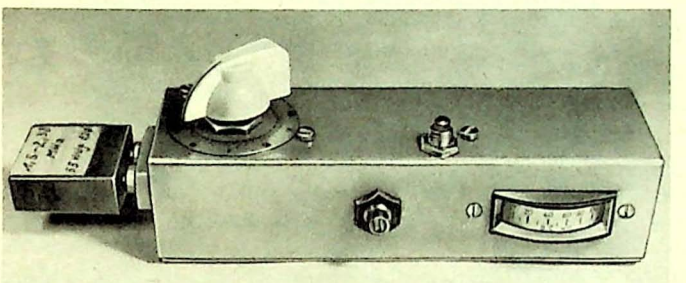


Bild 68. Betriebsfertiger Transdiper für Kurzwellenbereiche

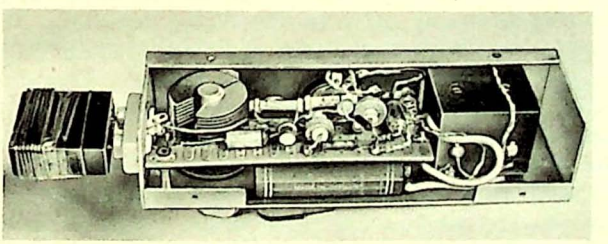


Bild 69. KW-Transdiper mit abgenommener Abdeckhaube

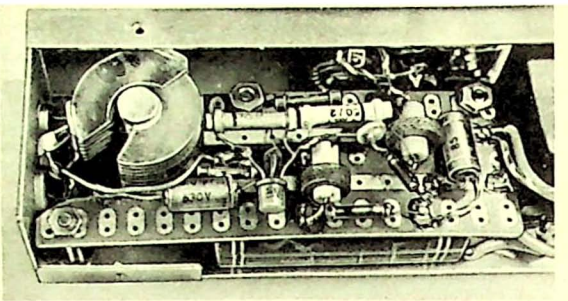


Bild 70. Bestückung des kaschierten Pertinaxstreifens

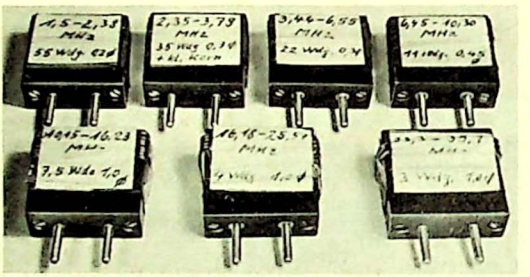


Bild 71. Steckspulen zum KW-Transdiper

ben mit dem Abdeckblech. Das Verschrauben erfolgt am einfachsten mit Blechtreibschrauben.

In **Bild 68** ist das fertige Gerät, in **Bild 69** das Gerät mit abgenommenem Deckel zu sehen. An der linken Stirnwand ist eine Doppelbuchse für die Steckspulen eingelassen. Ganz dicht dahinter sitzt der Abstimmdrehkondensator (100 pF), so daß die Lötfahnen der Buchse direkt mit den Anschlußstellen des Kondensators verlötet werden können. Der größte Teil der Schaltung ist auf einem Pertinaxplättchen montiert, auf das Stützpunkte und Leiterbahnen aufkaschiert sind (Metrofunk). Die Streifen eignen sich sehr gut für den Aufbau kleiner Schaltungen, für die sich die Anfertigung einer gedruckten Schaltung nicht lohnt. **Bild 70** zeigt die Bestückung des Streifens.

Tabelle 4: Spulendaten zum Kurzwellen-Transdiper

Frequenzbereich MHz	Windungszahl	Draht-Ø mm	Spulen-Ø mm	Spulenlänge mm
1,5 bis 2,38	55	0,2	10 × 27	10
2,35 bis 3,79	35	0,3	10 × 27	13
3,44 bis 6,55	22	0,3	10 × 27	8
6,45 bis 10,30	11	0,45	10 × 27	5
10,15 bis 16,23	7,5	1,0	10 × 27	9
16,18 bis 25,57	4	1,0	10 × 27	5
23,30 bis 35,70	3	1,0	10 × 27	4

Unter dem Pertinaxstreifen ist die 9-Volt-Batterie eingeklemmt. Die Anschlüsse für die Batterie werden direkt an die Druckknöpfe angelötet. Infolge des niedrigen Stromverbauchs des Gerätes braucht die Batterie selbst bei häufigem Gebrauch des Transdipers frühestens nach einem Jahr ausgewechselt zu werden. Auf der Oberseite des Gerätes ist neben der Abstimmskala der Einschaltdrücker ersichtlich.

Mit den sieben in **Bild 71** vorgestellten Spulen lassen sich überlappende Frequenzbereiche von 1,5 bis 36 MHz bestreichen. Die Spulen selbst sind beim Mustergerät auf früher schon einmal erwähnte Gehäuse von Channel-Quarzen gewickelt. Diese Gehäuse waren beim Verfasser gerade greifbar. Selbstverständlich können auch andere Träger, wie z. B. flache Hirschmann-Doppelstecker, Verwendung finden. Die Windungszahlen, wie sie für die verwendeten Gehäuse zutreffen, sind in **Tabelle 4** zusammengefaßt. Bei anderen Trägerabmessungen ergeben sich leicht abweichende Windungszahlen.

3.8 Transdiper als Absorptionsfrequenzmesser

In früheren Abschnitten wurde bei der Beschreibung von Röhren-Griddipmetern erwähnt, daß diese auch nach Abschaltung der Anodenspannung als Absorptionskreis verwendet werden können. Bei den in den Abschnitten 3.5 und 3.6 beschriebenen Transdipern ist dies ohne weiteres nicht möglich. Es müssen dazu eigene Umschaltkontakte vorgesehen werden, die aber die sonst einfachen Geräte umfangreicher und komplizierter machen würden.

Bei dem im Abschnitt 3.7 beschriebenen Gerät ist eine derartige Umschalteinrichtung nicht erforderlich. Um das Gerät als Absorptionsfrequenzmesser benützen zu können, wird einfach die Einschalttaste nicht gedrückt und der Transdiper wie sonst bei einer Frequenzmessung mehr oder weniger lose mit dem zu untersuchenden Oszillator oder einer Senderstufe gekoppelt. Das Anzeigeinstrument zeigt dann beim Durchdrehen des Abstimmknopfes und der richtigen Wahl der entsprechenden Spule im Resonanzfall einen Ausschlag nach oben an. Je nach dem Kopplungsgrad mit dem aktiven Schwingkreis und dessen Hf-Leistung ist der Ausschlag verschieden groß. Bei einiger Übung läßt sich von diesem Ausschlag auf die Hf-Leistung des Schwingkreises schließen. Senderstufen, z. B. schwacher Transistorsender, lassen sich damit eindeutig und genau auf die richtige Frequenz und auf maximale Hf-Ausbeute trimmen.

Wer es nicht scheut, bei den unter 3.5 und 3.6 beschriebenen Transdipern einen zusätzlichen Schalter einzubauen, kann auch diese Geräte als Absorptionsfrequenzmesser verwenden. Bei dem Gerät gemäß Abschnitt 3.5 wird lediglich die Betriebsspannung für den Oszillatortransistor abgeschaltet. Die am Schwingkreis im Resonanzfall sich aufbauende Hf-Spannung wird mit dem Transistor – in diesem Falle wirkt er als Diode – gleichgerichtet und dem eingeschalteten Anzeigeverstärker zugeführt.

Bei dem Transdiper gemäß Abschnitt 3.6 muß auch die Kapazitätsdiode noch ihre Betriebsspannung erhalten, da ja mit ihr auf Resonanz abgestimmt wird. Der Oszillatortransistor wird auch hier wieder ohne Betriebsspannung zur Hf-Gleichrichtung als Diode benützt.

Die in allen Fällen vorhandene geringfügige Frequenzabweichung zwischen der Betriebsart als Transdiper und der als Absorptionsfrequenzmesser ist in den meisten Fällen vernachlässigbar. Sie entsteht dadurch, daß bei der Wegnahme der Betriebsspannung vom Transistor dessen Elektrodenkapazität sich ändert, womit sich auch die Schwingkreisabstimmung um einen kleinen Betrag verschiebt. In der Praxis ist diese Differenz infolge der ohnehin breiten Resonanz-Abstimmung bedeutungslos

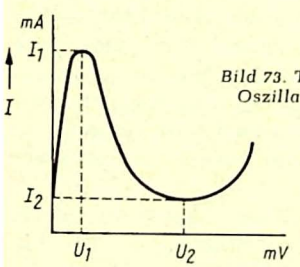
4 Tunneldioden-Dipmeter

Obwohl dieser Art von Dipmetern keine allzu große Bedeutung zukommt, seien ihre Schaltungen besprochen. Für den Funkamateur, der meist mit sparsamen Mitteln umgehen muß, kommt der hohe Preis für die Tunneldioden erschwerend hinzu.

4.1 Schaltungstechnik

In Bild 3 wurde bereits die Prinzipschaltung eines Dipmeters mit Tunneldiode gezeigt. Zum besseren Verständnis der Schaltung sei an dieser Stelle die Wirkungsweise noch etwas eingehender beschrieben.

In **Bild 72** ist der Stromverlauf in einer Tunneldiode abhängig von der angelegten Spannung dargestellt. Wird in der Durchlaßrichtung der Diode die Spannung von dem Betrag 0 an erhöht, so steigt, wie aus der Kurve ersichtlich, der Strom sehr schnell an, um bei der Spannung U_1 einen Maximalwert von I_1 zu erreichen. Wird nun die Spannung weiter erhöht, so sinkt der Strom wieder und erreicht bei U_2 einen Minimalwert von I_2. Eine weitere Erhöhung der Spannung über den Wert von U_2 hinaus bringt wieder einen Stromanstieg. Interessant ist nun der Stromabfall zwischen den Spannungswerten U_1 und U_2. Trotz des Spannungsanstieges wird der Diodenstrom kleiner, was andererseits soviel wie einen negativen Widerstand bedeutet.



Links: *Bild 72. Stromverlauf einer Tunneldiode in Abhängigkeit von der angelegten Spannung in Durchlaßrichtung*

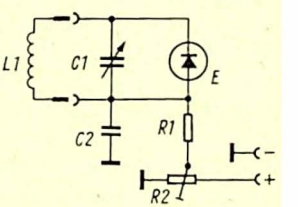


Bild 73. Tunneldioden-Oszillatorschaltung

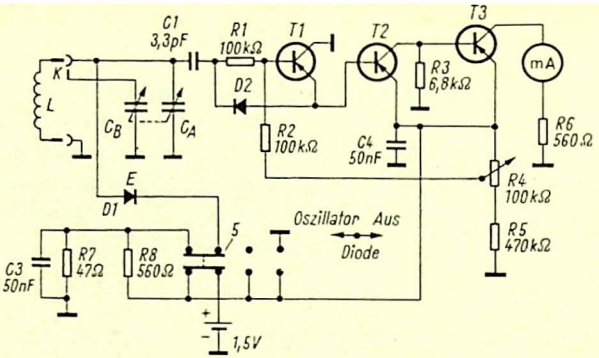


Bild 74. Schaltung eines Tunneldipers der Firma Heathkit

Ist nun die Tunneldiode gemäß **Bild 73** einem Schwingkreis parallel geschaltet, so kompensiert sie bei einer angelegten Spannung zwischen U_1 und U_2 mit ihrem negativen Widerstand den positiven Verlustwiderstand des Schwingkreises. Diese Kompensation kommt einer Entdämpfung des Schwingkreises gleich, so daß die Anordnung bei einem bestimmten Arbeitspunkt der Diode schwingt.

Die Oszillatorleistung kann natürlich, wie aus den Gleichstromwerten der Diode und der niedrigen Spannung ersichtlich, nicht groß sein. Die Spannung, bei der der Tunneleffekt (nach dem Entdecker auch Esaki-Effekt genannt) auftritt, liegt je nach Diodentype zwischen 50 und 250 mV, und der Diodenstrom ist meist etwa 1 mA groß. Das ergibt eine Gleichstrom-Eingangsleistung von nur einigen Zehntel Milliwatt. Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades sind demnach auch nur einige Bruchteile eines Milliwatts an Hf-Leistung zu erwarten.

Diese Tatsache bedeutet, daß die für die Anzeige zur Verfügung stehende Hf-Spannung sehr niedrig sein wird. Um sie trotzdem zur Resonanzanzeige ausnützen zu können, ist ein mehrstufiger Verstärker erforderlich.

In **Bild 74** ist als Beispiel die Schaltung eines Tunneldipers der Firma Heathkit gezeigt. Um einen möglichst großen Frequenzbereich bestreichen zu können, sind zwei verschieden große

Drehkondensatoren vorgesehen. Sie sind je nach den verwendeten Spulen zwangsläufig angeschlossen. Um die Schwingvoraussetzungen zu erfüllen, erhält die Tunneldiode E ihren Arbeitspunkt über den Spannungsteiler aus R 7/R 8.

4.2 Anzeigeeinrichtung eines Tunneldipers

Die in Bild 74 über den Kondensator C 1 aus dem Oszillatorkreis ausgekoppelte Hf-Spannung wird mit der Diode D 2 gleichgerichtet und dem dreistufigen Verstärker zugeführt. Dabei arbeitet der Transistor T 1 in Kollektorbasisschaltung als Impedanzwandler. Die Transistoren T 2 und T 3 sind in Emitterschaltung als galvanisch gekoppelte Gleichstromverstärker anzusehen. Im Kollektorstromkreis von T 3 liegt das zur Dipanzeige dienende Milliamperemeter.

Der Betriebsartenschalter hat drei Schaltstellungen. In der ersten Stellung arbeitet das Gerät in der beschriebenen Art als Dipmeter. In der zweiten Schalterstellung wird vom Oszillator die Betriebsspannung abgeschaltet. Der Schwingkreis wirkt in diesem Falle passiv als Absorptionskreis. Bei der Ankopplung an einen aktiven Kreis, beispielsweise in einer Senderstufe, wird die an ihm auftretende Resonanzspannung an der Diode D gleichgerichtet und dem Anzeigeverstärker zugeführt. Damit kann der Tunneldiper als Absorptionsfrequenzmesser Verwendung finden.

Infolge der guten Hf-Eigenschaften der Tunneldiode bei sehr hohen Frequenzen ist der beschriebene Tunneldiper bis zur Frequenz von 260 MHz brauchbar [1]).

Der Eigenbau von Tunneldipern erfordert ziemlich große Erfahrung im Umgang mit Tunneldioden und speziell mit mehrstufigen Gleichstromverstärkern. Letztere sind nicht ganz einfach temperaturstabil zu bekommen. Aus diesem Grunde wurde in diesem Rahmen auf eine Baubeschreibung verzichtet, noch dazu der Tunneldiper von der Firma Heathkit billig als Bausatz erhältlich ist.

---

[1]) Eine eingehende Beschreibung des Gerätes ist in der FUNKSCHAU 1963, Heft 4, zu finden.

4.3 Stromversorgung

Die Stromversorgung ist beim Tunneldiper recht einfach. Es wird eine einzellige Batterie mit 1,5 Volt Spannung verwendet. Von dieser Spannung wird, wie bereits erwähnt, die Diode über einen Spannungsteiler mit ihrer Betriebsspannung beliefert. Zu beachten ist dabei jedoch, daß dieser Spannungsteiler nicht zu hochohmig gewählt wird. Für die Tunneldiode ist trotz ihres kleinen Diodenstromes, um sie in ihren Eigenschaften ausschöpfen zu können, eine möglichst niederohmige Spannungsquelle Voraussetzung.

Der Gleichstromverstärker mit den Transistoren T 2 und T 3 bringt auch bei der niedrigen Betriebsspannung von 1,5 Volt noch eine genügende Verstärkung.

5 Eichung der Dipmeter

Um mit einem Dipmeter messen zu können, ist eine Eichung des Gerätes erforderlich. Wenn auch die Messungen mit dem Dipmeter nicht sehr genau sind, so sollte doch versucht werden, wenigstens die Eichung einigermaßen präzise durchzuführen.

Bei der Eichung eines Dipmeters sind zwei Probleme betrachtungswert. Einmal ist es die Eichung des Gerätes selbst und zum anderen die Art der Durchführung der Eichung. Zur Eichung des Gerätes ist hier meist der persönliche Geschmack des Erbauers ausschlaggebend. Zur Wahl der Durchführungsart ist das Vorhandensein von entsprechenden Meßmitteln entscheidend.

5.1 Eichung des Gerätes

Einleitend sei in diesem Zusammenhange gleich angeführt, daß bei der Wahl der Geräteeichung der persönliche Geschmack des Erbauers von ausschlaggebender Bedeutung ist. Es wurde in früheren Abschnitten schon auf die einzelnen Möglichkeiten hingewiesen. Dem Rundfunktechniker oder dem Funkamateur sei es selbst überlassen, nach der Betrachtung der einzelnen Vor- und Nachteile der zwei in Frage kommenden Systeme zu wählen.

Werden die bei der Eichung gefundenen Frequenzwerte direkt auf der Einstellskala aufgetragen, so hat dies den Vorteil, daß bei der Handhabung des Gerätes keinerlei weitere Hilfsmittel erforderlich sind. Zu dieser Ausführung ist jedoch nur dann zu raten, wenn die Skala eine gewisse Größe hat, um eine Mindestanzahl an Frequenzwerten noch gut leserlich unterbringen zu können. Bei kleinen Skalendurchmessern würde die Ablesegenauigkeit sehr leiden. Ein Kompromiß ist etwa noch die Größe einer Skala, wie sie die Firma Grundig bei ihrem Röhren-Griddipmeter verwendet.

Die zweite Möglichkeit der Geräteeichung für Dipmeter ist die, für die einzelnen Frequenzbereiche bzw. Spulen Eichkurven zu zeichnen. Der Verfasser hat bei all seinen Geräten von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht und damit gute Erfahrungen gesammelt. Der Genauigkeit der Eichung steht hier überhaupt

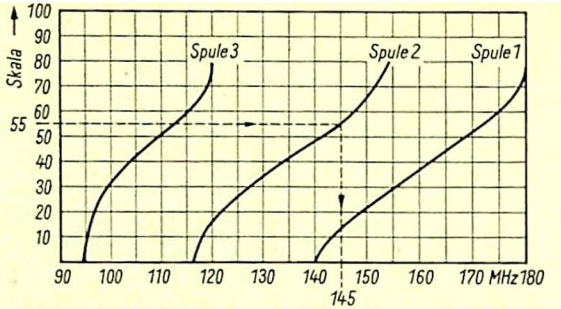


Bild 75. Abstimmkurven mit einem Ablesebeispiel zu einem Dipmeter

nichts im Wege, lediglich die Notwendigkeit, den auf der Skala gefundenen Zahlenwert auf der Eichkurve in einem Frequenzwert zu suchen, ist als Nachteil anzusehen. Auf der Skala selbst sind nur mehr Zahlenwerte von 0 bis 100 oder von 0 bis 180 aufgetragen. Damit bleibt die Skala äußerst übersichtlich, und die Ablesung kann schnell erfolgen. Das Auffinden des zum abgelesenen Zahlenwert passenden Frequenzwertes an Hand der Abstimmkurven bedarf keiner besonderen Übung.

Dieses System hat den Vorteil, zu einem Dipmeter viele Spulen für verschiedene Frequenzbereiche verwenden zu können, ohne an Übersichtlichkeit oder Ablesegenauigkeit der Skala einzubüßen. Beim Zeichnen der Abstimmkurven wird auf Millimeterpapier auf einer horizontalen Achse die Frequenz in MHz (oder bei niedrigen Frequenzen in kHz) in einem bestimmten Maßstab aufgetragen; auf der vertikalen Achse erscheinen die Gradwerte der Skala. In **Bild 75** ist veranschaulicht, wie die Ablesung erfolgt. Im vorliegenden Beispiel wurde auf der Skala des Dipmeters der Wert 55 abgelesen. Dieser Wert wurde auf der vertikalen Achse des Diagramms gesucht und von dort in horizontaler Richtung auf die Abstimmkurven der verwendeten Spule projiziert. Von dem auf der Kurve gefundenen Punkt wird auf die horizontale Achse des Diagramms herabgelotet und die gesuchte Frequenz von 145 MHz abgelesen.

Die Diagramme werden in einem handlichen Format, z. B. in Postkartengröße, angefertigt und zum Schutz in eine passende

Plastikhülle, wie es sie für Ausweispapiere gibt, gesteckt. Dadurch zerfetzen sie auch beim rauhen Werkstattbetrieb nicht und bleiben immer gut leserlich. Werden einmal Spulenänderungen vorgenommen oder wird der Meßumfang durch zusätzliche Spulen erweitert, so werden die neuen Kurven in das Diagramm eingezeichnet.

Bei der Direkteichung der Skala ist eine Meßbereichänderung mit Schwierigkeiten verbunden; auch die Skalen selbst sind leichter der Verschmutzung und Verkratzung ausgesetzt. Gerade im Werkstattbetrieb sind die Skalen der Geräte meist nach kurzer Betriebszeit unansehlich und schwer leserlich geworden.

Eine weitere, aber weniger zu empfehlende Lösung wäre es, für die einzelnen Spulen-Meßbereiche Eichtabellen anzulegen. Diese sind aber, was die Auflösegenauigkeit anbelangt, recht unhandlich. Wenn eine brauchbare Genauigkeit gefordert wird, muß die Tabelle sehr stark aufgeteilt werden, was aber andererseits die Handhabung erheblich erschwert. Aus diesem Grunde wird auf diese Lösung gar nicht weiter eingegangen.

5.2 Eichung mit Absorptionsfrequenzmesser

Die einfachste und schnellste Methode, ein Dipmeter zu eichen, ist die mit einem Absorptionsfrequenzmesser. Ein Frequenzmesser dieser Art ist nichts anderes als ein geeichter Schwingkreis, bestehend aus Schwingkreisspule und Drehkondensator. Ist der Frequenzmesser für einen größeren Frequenzbereich dimensioniert, so sind seine Spulen auszuwechseln, oder sie werden mittels eines Stufenschalters umgeschaltet. **Bild 76** zeigt einen Frequenzmesser der Firma Rohde & Schwarz, der mit umschaltbaren Spulen für einen Frequenzbereich von 14 bis 10 000 kHz brauchbar ist.

Zur Resonanzanzeige wird die am Schwingkreis auftretende Hf-Spannung mittels einer Diode gleichgerichtet und einem Anzeigeinstrument zugeführt. Ein Frequenzmesser nach dem gleichen Prinzip und von derselben Firma, aber für einen Frequenzbereich von 20 bis 300 MHz, ist in **Bild 77** gezeigt. Dieser Frequenzmesser arbeitet zur Hf-Gleichrichtung mit einer Duodiode KB 2, deren Heizung von einer eingebauten Trockenbatterie ge-

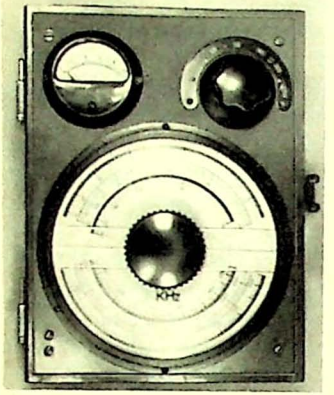


Bild 76. Absorptionsfrequenzmesser für Lang-, Mittel- und Kurzwelle der Firma Rohde & Schwarz

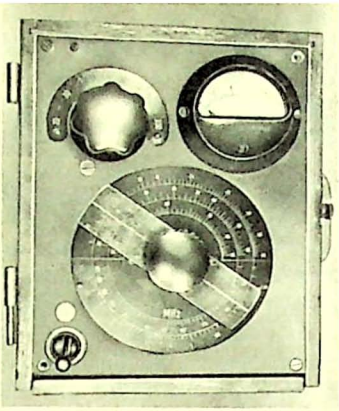


Bild 77. Absorptionsfrequenzmesser für UKW der Firma Rohde & Schwarz

speist wird. Der Verfasser hat für die Röhre zur Gleichrichtung zwei Germaniumdioden eingebaut.

Ein Frequenzmesser nach dem Absorptionsprinzip hat die angenehme Eigenschaft, von einem Oszillator nur die Grundwelle anzuzeigen. Ein Nachteil ist seine etwas geringe Empfindlichkeit. Zum Eichen der schwachen Oszillatoren der Dipmeter ist es erforderlich, den Frequenzmesser aus seinem Holzgehäuse auszubauen, um an die Schwingkreisspulen etwas näher heranzukommen. Bei der Eichung sollte aber die Spule des Dipmeters nur so weit der Schwingkreisspule des Frequenzmessers genähert werden, daß entweder am Dipmeter noch ein brauchbarer Dip oder am Frequenzmesser-Instrument noch ein gut sichtbarer Ausschlag erhalten wird. Eine zu große Annäherung ergibt im Resonanzfalle ein zu geringes Minimum bzw. Maximum.

Um eine bestimmte Genauigkeit der Eichung zu erzielen, werden für jede Spule des Dipmeters bei etwa zehn verschiedenen Frequenzen Eichpunkte aufgenommen, auf der Skala vermerkt oder zur Zeichnung der Abstimmkurve in ein Diagramm eingetragen.

Der Eichvorgang wird am besten gleich bei der Spulenherstellung vorgenommen. Bei der Dimensionierung der Spulen achte

man darauf, daß von einer Spule zur anderen frequenzmäßig ein Anschluß vorhanden ist. Am günstigsten ist es, wenn sich zwei benachbarte Bereiche leicht überlappen. Die Überlappung sollte jedoch nicht zu groß sein, da sonst eine zu große Anzahl an Spulen angefertigt werden muß. Ob man bei dieser Arbeit von den niedrigen Frequenzen nach oben geht oder umgekehrt ist gleichgültig.

5.3 Eichung mit Empfänger

Mit einem Empfänger, der entsprechende Frequenzbereiche aufweist, kann man Dipmeter auf zwei verschiedene Arten eichen. Eine Möglichkeit ist die, die Dipmeterfrequenz auf dem Empfänger zu suchen. Bei der zweiten Art der Eichung wird die Dipmeterfrequenz auf dem Empfänger mit einem geeichten Meßsender verglichen.

Zur ersten Methode ist Voraussetzung, daß der Empfänger selbst geeicht ist oder zumindest zur Dipmetereichung eine ausreichende Frequenzgenauigkeit bietet. Zu empfehlen ist diese Eichart nicht besonders, da man dabei allzu leicht Fehlmessungen zum Opfer fallen kann. Wenn der Empfänger im gleichen Raum wie das Dipmeter steht, fällt der Dipmeteroszillator so stark ein, daß sogar Oberwellen und Spiegelfrequenzen zu Irrtümern Anlaß geben können. Jeder Oszillator strahlt eine Anzahl Oberwellen ab, die sich lediglich durch ihre Stärke unterscheiden. An Feldstärke-Anzeigeeinrichtungen im Empfänger, wie S-Meter oder Magisches Auge, ist es dabei recht schwierig, noch die Unterschiede der Grundwelle von den Oberwellen festzustellen. Dazu kommt noch, daß bei mangelnder Spiegelfrequenzsicherheit des Empfängers (damit ist bei der Nähe des Dipmeteroszillators auch bei verhältnismäßig gutem Empfänger zu rechnen) zu leicht auf die Spiegelfrequenz abgestimmt wird. Ist der ungefähre Frequenzverlauf des Dipmeters bereits bekannt, so ist bei einiger Routine mit einem geeichten Empfänger eine Feineichung möglich.

Steht ein Meßsender zur Verfügung, so kann ein Dipmeter über einen Empfänger mit ihm verglichen werden. Der Vorgang spielt sich so ab, daß beispielsweise eine auf dem Dipmeter eingestellte Frequenz auf dem Empfänger gesucht wird und dann

der Meßsender auf die gleiche Frequenz gedreht wird. Nähert sich die Meßsenderfrequenz der des Dipmeters, so entsteht ein Interferenzton, der bei Frequenzgleichheit zwischen Meßsender und Dipmeter zum sogenannten Schwebungsnull ausklingt. Die Eichung kann auch in umgekehrter Reihenfolge vorgenommen werden, also so, daß eine am Meßsender eingestellte Frequenz mit dem Dipmeter gesucht wird.

Nachdem der Empfänger bei diesem Meßvorgang das Verbindungsglied darstellt, bestehen die gleichen Fehlmeßmöglichkeiten, was die Oberwellen und Spiegelfrequenzen anbelangt. Man sollte, wie bereits erwähnt, in jedem Falle vorher schon den ungefähren Frequenzverlauf des Dipmeters kennen.

Reicht ein Meßsender in seinen Frequenzbereichen gegenüber dem Dipmeter nicht weit genug nach oben, so kann man auch mit seiner zweiten, dritten oder weiteren Oberwelle messen. Diese Methode sei aber wegen der sich dabei bietenden Fehlerquellen nur dem geübten Fachmann geraten.

Eine Maßnahme, um nicht mit den Oberwellen des Dipmeters oder mit Spiegelfrequenzen des Empfängers falsch zu messen, ist noch diejenige, das Dipmeter und den Empfänger räumlich voneinander zu trennen. Können das Dipmeter oder der Empfänger in der Nachbarschaft aufgestellt werden, so kann man in Zusammenarbeit mit einem Helfer mit einiger Sicherheit eindeutig eichen. Die Gefahr, daß man auf Oberwellen des Dipmeters abstimmt oder daß am Empfänger mit der Spiegelfrequenz gearbeitet wird, wird durch die Verkleinerung der Feldstärke bei größer werdender Entfernung verringert. Falls die Entfernung über den eigenen Hausbereich hinausgeht, wird diese sonst wenigstens genaue und sichere Art der Messung von einer Verständigungsmöglichkeit, wie z. B. einem Telefon oder einer Funkverbindung, abhängig. Nicht in jedem Falle dürften diese Möglichkeiten vorhanden sein.

5.4 Eichung mit Lecherleitung

Fehlen all die bisher beschriebenen Meßmöglichkeiten, so bleibt immer noch die heute schon vielfach in Vergessenheit geratene Lecherleitung, um ein Dipmeter speziell für hohe Frequenzen zu eichen.

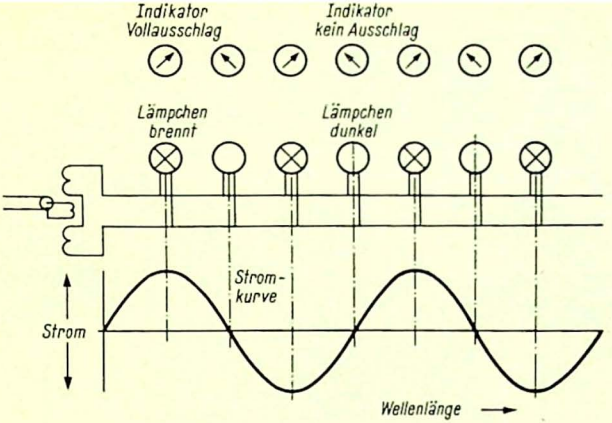


Bild 78. Prinzipschema einer Lecherleitung zur Frequenzmessung mit Stromverlauf

Das Prinzip der Frequenz- oder Wellenlängemessung mit der Lecherleitung beruht darauf, daß auf einer am Ende offenen Zweidrahtleitung stehende Wellen entstehen, deren Strom- oder Spannungsbäuche bzw. -knoten mit Indikatoren, wie einem Lämpchen oder einem Milliamperemeter, aufzufinden sind. In **Bild 78** ist das Prinzip einer mit einer Koppelschleife versehenen Lecherleitung dargestellt. An die Koppelschleife wird der Oszillator, in unserem Falle das Dipmeter, induktiv angekoppelt. Nachdem die Lecherleitung am Ende offen ist, also nicht mit einem dem Wellenwiderstand gleichgroßen Widerstand abgeschlossen ist, werden die von der Kopplungsschleife ausgehenden Hf-Schwingungen am Ende der Leitung reflektiert, und es entstehen sogenannte stehende Wellen.

Von diesen stehenden Wellen sind am einfachsten die Strombäuche festzustellen. Ist die Energie des Oszillators groß genug, und das ist bei Röhren-Griddipmetern der Fall, so leuchtet ein über die Leitung geführtes Lämpchen an den Stellen der Strombäuche auf. Ist die Hf-Energie des Oszillators, wie beispielsweise bei Transistor-Dipmetern, zu gering, um auf der Lecherleitung ein Lämpchen gut sichtbar zum Glühen zu bringen, so

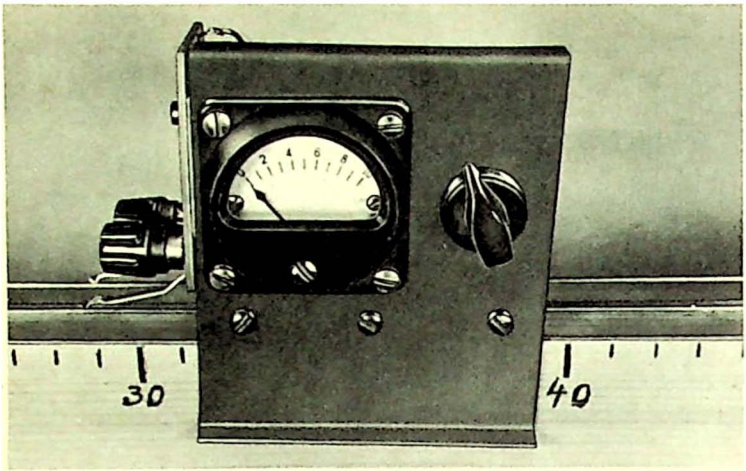


Bild 79. Indikatoreinrichtung zum Verschieben auf einer Lecherleitung

wird an Stelle des Lämpchens ein Milliamperemeter mit einer damit in Reihe geschalteten Diode an der Lecherleitung entlang geschoben. Je nach dem Meßbereich des Milliamperemeters kann es sogar erforderlich sein, es zu shunten.

In **Bild 79** wird eine solche Indikatoreinrichtung in einer praktischen Ausführung gezeigt. Das Milliamperemeter wird mit einem Stufenschalter und verschieden großen Widerständen geshuntet, um die Empfindlichkeit den jeweiligen Verhältnissen anpassen zu können. **Bild 80** zeigt den einfachen mechanischen Aufbau des Indikators. Der Stufenschalter mit den vier Shuntwiderständen hat noch eine fünfte Stellung, in der das Milliamperemeter ohne Shunt betrieben wird. In dieser Schaltstellung ist die größte Empfindlichkeit der Einrichtung wirksam. Die mit dem Instrument in Reihe liegende Diode ist die zufällig vorhandene Siemens-Type RL 43 g. Selbstverständlich sind auch andere Hf-Dioden brauchbar. Das Instrument ist gegen Hf-Einflüsse mit einem Kondensator von 5 nF überbrückt. Die Einkopplungsstelle für die Hf-Einspeisung wurde bei dem Modell des Verfassers so gestaltet, daß der Anfang der Lecherleitung mit zwei Windungen eines versilberten Kupferdrahtes von 1 mm Durchmesser

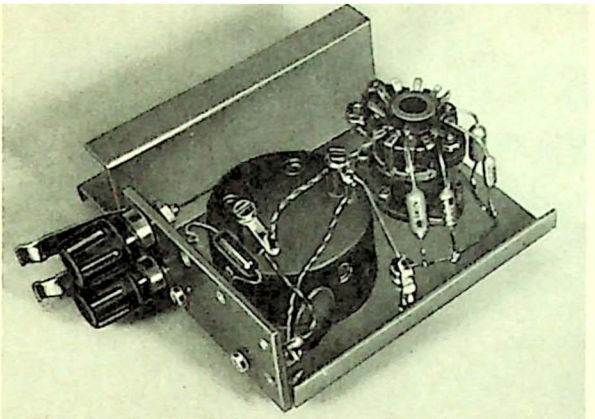


Bild 80. Rückseite der Indikatoreinrichtung

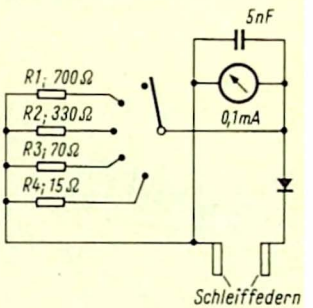


Bild 81. Schaltschema der Indikatoreinrichtung

abgeschlossen ist. Zwischen diese beiden Windungen taucht nun eine Windung gleichen Drahtes. Diese eine Windung ist mit einer Koaxbuchse verbunden, an die verschiedene Hf-Oszillatoren angeschlossen werden können. Zur Ankopplung eines Dipmeters genügt ein kurzes Stück Koaxkabel, das an einem Ende mit einem Stecker ausgerüstet ist und an dessen anderem Ende zum Abschluß und zur Kopplung mit dem Dipmeter eine bis zwei Windungen vorgesehen sind.

Die Schaltungseinzelheiten zu dem verschiebbaren Indikator sind aus **Bild 81** zu entnehmen. Das verwendete Milliamperemeter mit einem Höchstausschlag von 0,1 mA brachte eine gute Empfindlichkeit der ganzen Einrichtung.

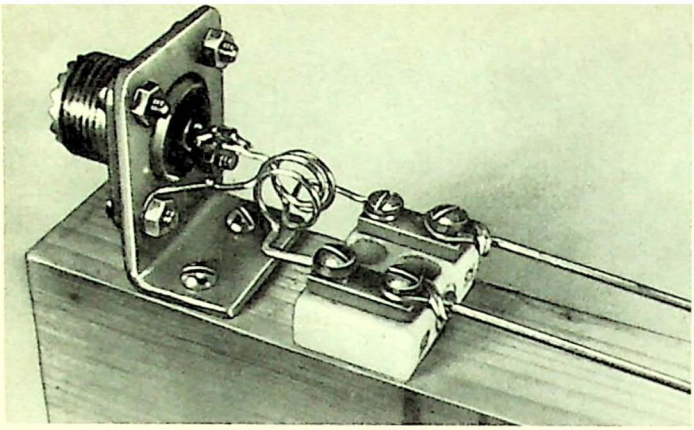


Bild 82. Anfang einer Lecherleitung mit Anschlußbuchse und Einkoppelschleifen

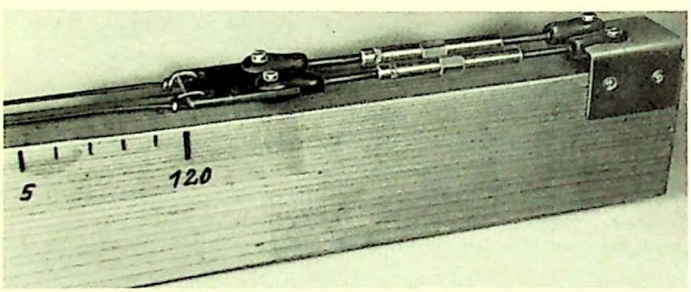


Bild 83. Ende der Lecherleitung mit Spannschlössern

Zur Lecherleitung selbst wäre noch zu erwähnen, daß diese möglichst lang sein soll. Wird damit nur im UKW-Bereich gemessen, so genügt eine Länge von 2 bis 3 m. Man verwendet dazu eine kräftige Holzlatte und spannt darauf zwischen entsprechenden Halterungen zwei blanke Drähte von 1 bis 2 mm Durchmesser. Wie das praktisch durchgeführt wird ist gleichgültig. In **Bild 82** ist der Anfang einer Lecherleitung und in **Bild 83** das Ende der gleichen Einrichtung gezeigt. Die beiden 2 mm starken

Kupferdrähte sind in einem Abstand von 15 mm nebeneinander geführt. Der Abstand ergab sich aus den Klemmen, an denen auch die Koppelschleife befestigt ist. Links neben den Klemmen ist die Koaxbuchse an einem Winkel auf die Latte aufgeschraubt. Die Lecherleitung ist am anderen Ende an zwei Spannschlösser geführt, mit denen man die Leitung ganz straff ausspannen kann. Die Spannschlösser sind mit einem kleinen Pertinaxbrettchen verschraubt, wodurch die isolierte Aufhängung der Lecherleitung gewährleistet ist.

Je nach der Stärke der Holzlatte darf man das Spannen der Lecherleitung mit den Spannschlössern nicht zu weit treiben, da sonst die Latte nicht mehr gerade bleibt, sondern seitwärts ausweicht. Die beim Verfasser verwendete Holzlatte hatte einen Querschnitt von 55 × 25 mm.

Sollen mit der Lecherleitung Frequenzen bis in den Kurzwellenbereich hinein gemessen werden, so ist die Montage auf einer Holzlatte nicht mehr möglich. Die dazu erforderlichen Längen von 10 bis 20 m oder eventuell noch mehr werden am günstigsten an der Wand eines langen Hausganges oder um die vier Wände eines Zimmers herum ausgelegt. Man verwendet wiederum blanken Kupferdraht, den man etwa alle Meter mit einem Isolator stützt. Als Isolatoren verwendet man Typen, wie sie in der Rundfunktechnik zur Verlegung von Antennenzuleitungen zu haben sind; auch Isolatoren, wie sie zur Verlegung von Fernseh-Bandleitung verwendet werden, sind passend. Derartig lange Lecherleitungen brauchen nicht in einem Stück geradeaus verlegt zu werden, sondern man kann diese Leitung auch um Ecken herum verlegen, wenn die örtlichen Verhältnisse es erfordern. Ein günstiger Verlegungsort ist beispielsweise auch ein Dachboden, wo man die Leitungen an den Dachsparren entlang in Zickzackkurs verlegen kann. Auf diese Weise kann man sehr große Längen erzielen.

Zur schnellen Arbeit an diesen Leitungen werden entlang der ganzen Strecke Längenmarkierungen angebracht. Je nach den zu messenden Frequenzen genügen im Kurzwellenbereich alle Meter, im UKW-Bereich alle Dezimeter Markierungen, und falls damit auch im VHF-Bereich gearbeitet wird, ist eine Ablesemöglichkeit für Zentimeter vorzusehen.

Aus Bild 83 geht hervor, daß die Meßlänge der beim Verfasser verwendeten Lecherleitung nur 120 cm beträgt. Damit können nur Frequenzen über etwa 150 MHz gemessen werden. Im vorliegenden Fall diente die Leitung nicht nur zum Eichen von Dipmetern, sondern in der Hauptsache für andere Messungen, die sich bis in den Gigahertz-Bereich hineinzogen. Mit dem vorgestellten Muster einer Lecherleitung sollte lediglich gezeigt werden, wie der Anfang und das Ende dieser Meßleitung und deren Indikatoreinrichtung ausgeführt werden können.

Bei dem Meßvorgang werden, wie schon erwähnt, mit einem Lämpchen oder der empfindlicheren Indikatoreinrichtung mit Milliamperemeter entlang der Lecherleitung die Strombäuche festgestellt. Es genügt, wenn man zwei aufeinanderfolgende Strombäuche findet. Sie haben den Abstand einer halben Wellenlänge. Dieses Maß für die ganze Wellenlänge wird dann einfach in Kilohertz oder Megahertz umgerechnet. Falls man die Arbeit sehr genau machen wollte, müßte man auch noch den Verkürzungsfaktor der Lecherleitung berücksichtigen. Dieser ist aber so gering, daß er für die vorgesehenen Messungen unberücksichtigt bleiben kann.

Falls auch manchem Rundfunktechniker oder Funkamateur die Lecherleitung als recht unhandlich vorkommen mag, so ist immerhin zu berücksichtigen, daß sie billig und vor allen Dingen zuverlässig ist. Gerade wenn keine anderen, meist teueren Meßgeräte für Frequenzmessung zur Verfügung stehen ist die Lecherleitung der sicherste und einfachste Weg, um eindeutige Messungen vornehmen zu können.

Zur Umrechnung von Wellenlängen in Meter, von Frequenzen in Kilohertz bzw. Megahertz werden nachstehende Formeln verwendet:

$$\text{Frequenz in kHz} = \frac{300\,000}{\text{Wellenlänge in m}}$$

$$\text{Frequenz in MHz} = \frac{300}{\text{Wellenlänge in m}}$$

6 Arbeiten mit dem Dipmeter

Es ist möglich und durchaus verständlich, wenn mancher Techniker oder Funkamateur in Unkenntnis der Wirkungsweise eines Dipmeters von der ernsthaften Arbeit mit diesem Instrument nicht so sehr überzeugt ist. Man muß erst einmal mit dieser Einrichtung gearbeitet haben, um ihren ganzen Wert voll zu erkennen.

Beim Rundfunktechniker oder beim Labortechniker sind es meist nicht die finanziellen Mittel, die dafür aufgebracht werden müssen, sondern das Gegenteil; die niedrigen Kosten könnten es sein, die ihn davon abhalten, ein Dipmeter als brauchbares Meßgerät anzuerkennen.

Bei den Funkamateuren hat das Dipmeter bislang die größte Verbreitung gefunden, weil bei ihnen die finanziellen Aufwendungen bei der Anschaffung eines Gerätes die entscheidende Rolle spielen. In diesen Kreisen ist es aber leider so, daß gerade die angehenden Funkamateure in ihrer fachlichen Unkenntnis, wenn sie sich für dieses Hobby entschieden haben, zu Beginn ihrer Tätigkeit auf diesem Gebiet meist alle möglichen Geräte bauen, aber nur kein Dipmeter. Selbst wenn ihnen der Bau einer derartigen Einrichtung von erfahrenen Funkamateuren geraten wird, sind sie von der Notwendigkeit nicht so leicht zu überzeugen. In der Praxis ist es häufig so, daß erst der Sender, dann der Empfänger, und wenn man damit auch nicht zurechtkommt, die Antenne gebaut werden. Es wird dann wochen- und monatelang experimentiert; man stellt enttäuscht fest, daß trotz mühevoller Arbeit der erhoffte Erfolg ausblieb. Die Ursache ist in vielen Fällen nur ein falsch dimensionierter Schwingkreis, der die Funktion der gesamten Anlage verhindert.

Wichtig ist es gerade für die Anfänger auf diesem Gebiet – und das kann nicht oft genug betont werden – sich erst Meßeinrichtungen zu schaffen, bevor mit dem Bau komplizierter Geräte begonnen wird. Ein Dipmeter ist in dieser Beziehung genau das richtige Gerät. Mit ihm hat der Anfänger seine erste Begegnung

mit einem Oszillator, bei dem er mit den Zusammenhängen zwischen Induktivität und Kapazität bei der Dimensionierung von Schwingkreisen vertraut gemacht wird. Es sollte kein angehender Funkamateur versäumen, sich als erstes Gerät ein Dipmeter zu bauen, noch dazu ihm diese Einrichtung bei späteren Arbeiten viel Zeit und Ärger ersparen wird.

6.1 Anwendung in der Rundfunk- und Fernsehtechnik

In Abschnitt 1.3 wurden bereits einzelne Anwendungsgebiete für Dipmeter aufgezeigt. Eines der wichtigsten ergibt sich in der Rundfunk- und Fernsehgeräte-Reparaturwerkstatt. Dort kommt es sehr darauf an, mit einem möglichst geringen Zeitaufwand Fehler an Geräten zu finden und zu beheben. Dabei kommt auf das Auffinden der Fehler der weitaus größere Zeitanteil gegenüber der Zeit, die für die Behebung des Fehlers erforderlich ist. Zum Auffinden der Fehler können erfahrungsgemäß gar nicht genug Meß- und Prüfeinrichtungen angewandt werden. Gerade durch die Verwendung von vielseitigen Meß- und Prüfeinrichtungen sind die Arbeiten an fehlerhaften Geräten schnell und vor allem mit Sicherheit durchzuführen. Hat der Reparaturtechniker wenig Meßmittel zur Verfügung, so tastet er, wenn er nicht über einen überaus großen Erfahrungsschatz verfügt, die meiste Zeit im Dunkeln; er versäumt viel wertvolle Zeit und kann sehr leicht trügerischen Annahmen zum Opfer fallen. Seine Arbeiten sind dauernd mit einem gewissen Unsicherheitsfaktor behaftet.

In diesem Sinne hat der Reparaturtechniker bei Arbeiten an Rundfunk- und Fernsehgeräten mit einem Dipmeter ein Hilfsmittel in der Hand, das er, wenn er damit umzugehen versteht, sehr vielseitig anwenden kann. In der Werkstatt kann ein Dipmeter hauptsächlich dazu dienen, um Schwingkreise auf ihre Resonanzfrequenz zu überprüfen. Durch Kurzschlüsse oder Unterbrechungen an Spulen und Kondensatoren können Schwingkreise ganz ausfallen oder weit ab von ihrer Sollfrequenz sein. Beim Abgleich von Rundfunk- und Fernsehempfängern mit Meßsender reagieren derartig schadhafte Schwingkreise meist überhaupt nicht mehr. Bei der Überprüfung mit dem Dipmeter kann der Reparaturtechniker feststellen, ob ein zweifelhafter Kreis überhaupt noch als Schwingkreis arbeitet oder bei welcher Re-

sonanzfrequenz er sich befindet. Nach diesem Ergebnis kann er schon sehr viel besser auf den mutmaßlichen Fehler schließen.

Bei der Überprüfung von Schwingkreisen mit dem Dipmeter kann man mit einiger Erfahrung von der Größe des Dips auf die Güte des Schwingkreises Schlüsse ziehen. Hat der Kreis z. B. einen zu hohen ohmschen Reihenwiderstand oder einen zu ihm parallel liegenden kleinen ohmschen Widerstand, so ist mit dem Dipmeter nur mehr ein schwacher Dip festzustellen. Auf diese Weise sind Spulenunterbrechungen oder Teilschlüsse an Kondensatoren und Spulen zu finden.

Bei diesen Messungen muß sich der Techniker allerdings darüber im klaren sein, an welchen anderen Schaltelementen der Schwingkreis arbeitet. So kann beispielsweise ein Schwingkreis am Emitter eines in Basisschaltung arbeitenden Transistors überhaupt keinen Dip bringen, obwohl der Kreis sonst vollkommen in Ordnung ist. Der Transistor hat in Basisschaltung einen sehr niedrigen Eingangswiderstand, der den Kreis so sehr bedämpft, daß an ihm mit Dipmeter kein Dip mehr zu finden ist. Der gleiche Transistor hat auf der Ausgangsseite, also im Kollektorkreis, einen hohen Widerstand, so daß ein Schwingkreis an dieser Stelle mit Dipmeter wieder geprüft werden kann, ohne ihn vom Transistor ablöten zu müssen.

Bei Röhrenverstärkerstufen ist dies nicht so drastisch. Aber auch hier können bei manchen Schaltungsarten Beeinflussungen der Schwingkreise auftreten. Man kann sie hier am sichersten dadurch ausschalten, daß man die mit dem Schwingkreis zusammenhängende Röhre aus der Fassung zieht. Bei Transistorschaltungen ist dies dagegen leider in den seltensten Fällen möglich, da diese heute der Einfachheit halber gleich in die Schaltung eingelötet werden. Hier hilft nur ein Ablöten des Schwingkreises von den übrigen Bauteilen.

Zu berücksichtigen ist in diesen Fällen immer, daß derartige unbelastete Schwingkreise eine etwas höhere Resonanzfrequenz zeigen, als an der betreffenden Stelle zu erwarten wäre. Die Ursache ist in der fehlenden Elektrodenkapazität der aus dem Gerät entnommenen Röhre oder in der Kapazität des abgelöteten Transistors zu suchen, die sonst in die Schwingkreis-Kapazität miteingehen würde.

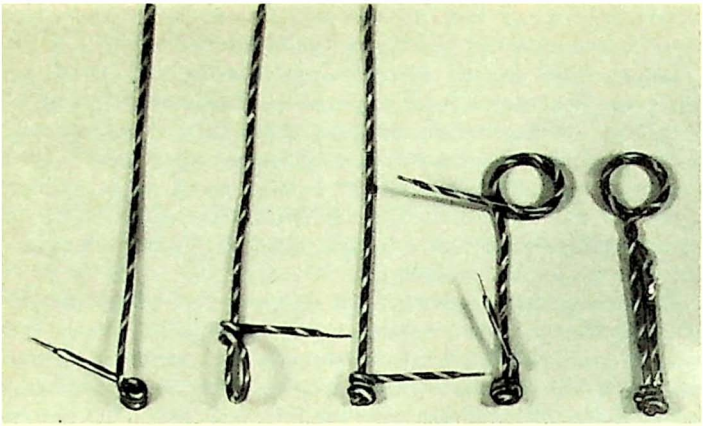


Bild 84. Entstehung einer Link-Leitung zum Dipmeter

Bei Rundfunk- und Fernsehempfängern kommt es häufig vor, daß die zu untersuchenden Schwingkreise in Blechgehäusen abgeschirmt untergebracht sind und man aus diesem Grunde mit dem Dipmeter an sie nicht ohne weiteres herankommt. Wird die Abschirmhaube entfernt, so ist der Kreis damit schon verstimmt und seine tatsächliche Resonanzfrequenz nicht mehr feststellbar. Meist sind es Zwischenfrequenzkreise, die durch ihre Abschirmung nicht ohne weiteres zugänglich sind. Ein Ausweg ist darin zu finden, daß eine kleine sogen. *Link-Leitung* in die Öffnung für den Abstimmkern eingeführt und am anderen Ende dieser Link-Leitung die Schwingkreisfrequenz mit dem Dipmeter gemessen wird.

Wie eine solche Link-Leitung herzustellen ist, geht aus **Bild 84** hervor. Von links nach rechts sind die einzelnen Herstellungsstufen in etwa natürlicher Größe dargestellt. Ein 15 cm langer, an beiden Enden bereits abisolierter dünner Schaltdraht wird an einem Ende zu einer kleinen Spule gewickelt. Die drei Windungen werden über einen Dorn von 1,5 mm ⌀ (Spiralbohrerschaft) so gewickelt, daß noch ein gerades Ende von etwa 20 mm Länge übrig bleibt. Das lange Ende des isolierten Schaltdrahtes (ca.

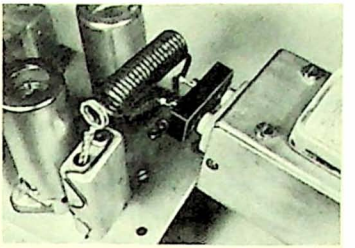


Bild 85. Anwendung der Link-Leitung bei einem Bandfilter

100 mm lang) wird nun durch die Öffnung der Spule gesteckt (zweites Muster in Bild 84) und soweit durchgezogen, wie für das dritte Muster ersichtlich. Das lange Ende des Schaltdrahtes wird nun ebenfalls zu einer Spule mit zwei Windungen und mit einem Innendurchmesser von etwa 8 mm geformt. Dabei wird wieder ein Stück Draht von etwa 20 mm Länge freigelassen (viertes Muster). Die beiden bereits abisolierten Enden des Drahtes werden nun verlötet (fünftes Muster).

Bei der Arbeit mit dieser Link-Leitung wird die kleine Spule in die Abgleichöffnung eines Bandfilters gesteckt und das Dipmeter gemäß **Bild 85** induktiv mit der größeren Spule gekoppelt. So ist es möglich, einen abgeschirmten Schwingkreis ohne Änderung und fast ohne jegliche Verstimmung auf seine Resonanzfrequenz zu überprüfen. Durch die Metallmasse der kleinen Spule der Link-Leitung wird der Schwingkreis ganz geringfügig verstimmt; die Verstimmung des Kreises ist so gering, daß sie unberücksichtigt bleiben kann. In den meisten Fällen wird diese Methode für Zwischenfrequenzbandfilter anzuwenden sein, bei denen die Resonanzfrequenzen noch in Größenordnungen liegen, bei denen die Verstimmung noch keine Rolle spielt. Dazu kommt noch, daß die Zf-Bandfilter für UKW-Rundfunk- und der Fernsehempfänger Bandbreiten haben, bei denen die kleine Verstimmung sowieso nicht ins Gewicht fällt.

Auch bei dieser Meßmethode ist es zweckmäßig, das Dipmeter möglichst lose mit der Spule der Link-Leitung zu koppeln. Dadurch wird eine wesentlich größere Frequenzgenauigkeit erzielt. Die Kopplung soll so lose gemacht werden, daß am Dipmeter gerade noch ein Dip gut erkenntlich ist. Die lose Kopplung bezieht sich auch auf die kleine Spule der Link-Leitung. Sie wird eben-

falls nur so weit in die Öffnung der Spule gesteckt als gerade notwendig.

Kann bei einem Dipmeter, beispielsweise bei einem Röhren-Griddipmeter, die Anodenspannung abgeschaltet werden, so kann das Gerät als Absorptionsfrequenzmesser Verwendung finden. Mit ihm kann man aktive Schwingkreise, wie Empfänger- oder Senderoszillatoren, überprüfen. Die Röhre des Dipmeters arbeitet in diesem Falle zwischen Gitter 1 und Katode als Diode, die die am Schwingkreis stehende Hochfrequenzspannung gleichrichtet. Das im Gitterkreis liegende Milliamperemeter zeigt den im Kreis fließenden Gitterstrom an. Diese Anzeige erfolgt natürlich nur dann, wenn der Dipmeter-Schwingkreis mit dem Oszillator-Schwingkreis in Resonanz gebracht ist. Der Resonanzfall ist am maximalen Ausschlag des Anzeigeinstrumentes erkenntlich.

Von der Größe dieses Instrumentenausschlages kann man auch auf die Hf-Leistung des Oszillators schließen. Mancher schwache Empfängeroszillator wird dadurch festgestellt und mithin die Ursache für das schlechte Funktionieren des Empfängers gefunden. Wenn man diese Prüfung an Oszillatoren öfter vornimmt, hat man auch ein Maß für die Anzeige der Hf-Leistung, um zu erkennen, ob der Oszillator gut oder schlecht ist.

Hier sei allgemein nochmals darauf hingewiesen, daß die dauernde Verwendung eines Dipmeters die Voraussetzung dafür ist, daß man die festgestellten Instrumentenausschläge auch auswerten kann. Die Messung mit einem Dipmeter ist immer individuell und für keinen Fall z. B. mit der Messung mit einem Voltmeter zu vergleichen. Letztere ist nicht von so vielen Faktoren abhängig; sie kann, wenn sonst keine besonderen Umstände vorliegen, höchstens wegen des Innenwiderstandes des Instrumentes etwas vom Sollwert abweichen. Bei der Überprüfung z. B. von Rundfunk-Fernsehempfängern ist dieser Sollwert in den Service-Unterlagen des Gerätes zu finden. Weicht die mit dem Voltmeter gemessene Spannung wesentlich von diesem Sollwert ab, so ist mit Bestimmtheit auf einen Fehler in der zu prüfenden Verstärkerstufe zu schließen.

Ganz anders dagegen ist die Arbeit mit dem Dipmeter. Hier hängt eine Messung von mehreren Faktoren ab. Einen Dipmeterausschlag kann man nicht wie einen Voltmeterausschlag eichen.

Die wesentliche Rolle spielt die Ankopplung der Dipmeterspule an den zu untersuchenden Schwingkreis. Ist die Kopplung eng, so ergibt sich ein großer Dip, und ist die Kopplung lose, so ist ein kleiner Dip zu erwarten. Die gleichen Verhältnisse findet man auch bei der Anwendung des Dipmeters als Absorptionsfrequenzmesser.

Wie schon mehrmals angedeutet, ist auf eine möglichst lose Ankopplung zum Prüfling zu achten. Die Genauigkeit der Messung wird damit erhöht. Was beim Dipmeter als fester Wert erscheint, das ist die Frequenz, denn für deren Messung ist eine geeichte Skala vorhanden, auf der der gesuchte Wert abzulesen ist.

Um noch etwas bei den Empfängeroszillatoren zu verweilen, sei auf die Möglichkeit hingewiesen, ausgefallene Oszillatoren durch das Dipmeter zu ersetzen. Diese Methode sei an folgendem Beispiel erläutert.

Bei einem Fernsehempfänger ist nur mehr Rauschen zu hören bzw. am Bildschirm nur mehr Grieß zu sehen. Der Fehler kann an verschiedenen Stellen des Gerätes liegen, so unter anderem auch an einem ausgefallenen Empfängeroszillator. Bringt man nun das Dipmeter mit entsprechendem Frequenzbereich in die Nähe der Antennenbuchse des fehlerhaften Gerätes oder koppelt man die Hf des Dipmeters durch Annähern der Dipmeterspule an das Antennen-Bandkabel, so kann man bei Durchdrehen der Dipmeter-Abstimmung eine Stellung finden, bei der zumindest der Ton des eingestellten Fernsehsenders zu hören ist. Die Dipmeterfrequenz entspricht in diesem Falle der Oszillatorfrequenz des Fernsehempfängers, und das Dipmeter ersetzt so behelfsmäßig den ausgefallenen Oszillator des Gerätes. Dadurch ist der Empfängeroszillator als Fehlerquelle festgestellt.

Erwähnt sei bei dieser Untersuchung noch, daß einmal die Senderfrequenz plus Zwischenfrequenz und im zweiten Falle die Senderfrequenz minus Zf eine Oszillatorfrequenz ergeben kann. Welche von den beiden Frequenzen gewählt wird ist gleichgültig, wichtig ist nur, zu wissen, daß der Oszillator nicht oder auf völlig falscher Frequenz arbeitet.

Wird als Antennenkabel eine Koaxleitung verwendet, so kann die Dipmeterfrequenz in diese nicht so ohne weiteres einge-

koppelt werden. Hier ist dann am günstigsten, die Dipmeterspule der Antennenbuchse zu nähern.

Ist bei einem Empfänger vermutlich die Zf-Verstärkung ausgefallen, so kann man auch diese durch das Dipmeter als Oszillator überprüfen. Wird dabei die in diesem Abschnitt bereits beschriebene Link-Leitung verwendet, so kann man sehr schnell die fehlerhafte Stufe orten.

An dieser Stelle sei auch auf das Auffinden wildschwingender Stufen hingewiesen. Das Dipmeter wird zu diesem Zwecke als Absorptionskreis geschaltet und mit den zu untersuchenden Schwingkreisen der verdächtigen Stufen gekoppelt. Die zu erwartende Frequenz der Störschwingung liegt dann meist etwa bei der Betriebsfrequenz dieser Kreise.

Sind derartige Prüfungen z. B. in der Wohnung eines Kunden vorzunehmen, so leistet ein Dipmeter große Hilfe, um schnell und sicher Fehlerdiagnosen aufzustellen. Dies ermöglicht es dem Techniker, dem Kunden die vermutliche Reparaturdauer und den Preis zu nennen, und er verschafft sich außerdem das Vertrauen des oft schwierigen Kunden. Bekanntlich sind die meisten Fernsehempfänger-Besitzer beim Ausfall ihres Gerätes die ungeduldigsten Leute, die man sich vorstellen kann.

Eine weitere Möglichkeit, das Dipmeter zum Auffinden und Beheben von Störungen an Rundfunk- und Fernsehempfangsanlagen zu verwenden, ist die Anwendung bei Antennenuntersuchungen. Dazu wird am Ende der Antennenzuleitung behelfsmäßig eine Koppelspule, je nach dem Frequenzbereich mit einer bis fünf Windungen, angebracht und das Dipmeter induktiv an diese Spule angekoppelt. Auf diese Weise läßt sich die Eigenresonanz der Antenne feststellen. Unterbrechungen und Kurzschlüsse an Antennen, hervorgerufen durch Verwitterung, lassen sich ohne auf das Hausdach steigen zu müssen leicht finden; bei unbekannten Antennen, z. B. den sogenannten Kanalantennen, kann man mit dieser Meßmethode die Resonanzfrequenz ermitteln.

Ein Dipmeter kann aber auch zum Störenfried werden. Wenn seine Hf-Leistung auch verhältnismäßig klein ist, so kann seine Ausstrahlung manchmal doch ziemlich weit gehört bzw. von Fernsehempfängern gesehen werden. So kann beispielsweise in einer

Reparaturwerkstatt ein achtlos eingeschaltetes Dipmeter an anderen Arbeitsplätzen die Techniker zur Verzweiflung bringen. Manche wildschwingende Stufe im Empfänger wird gesucht, bis man dann schließlich oft nur durch einen Zufall den Störsender entdeckt.

Bemerkt sei an dieser Stelle auch, daß die Maßnahme, mit einem Dipmeter beispielsweise den zu laut eingestellten Rundfunk- oder Fernsehempfänger des Wohnungsnachbars „auszublasen", **strafbar** ist. Wenn ein solches Experiment auch sehr wirkungsvoll ist: es ist auf jeden Fall eine strafbare Handlung.

6.2 Anwendung beim Labortechniker und Funkamateur

Da der Labortechniker sowie der Funkamateur nur in vereinzelten Fällen in fertigen Geräten Schwingkreise auf Fehler zu untersuchen haben, vielmehr überwiegend eigene Aufbauten auf richtige Dimensionierung zu prüfen haben, seien beide Anwendungsgebiete gemeinsam beschrieben. Wie beim Rundfunk- und Fernseh-Reparaturtechniker können aktive und passive Schwingkreise auf ihre Resonanzfrequenz oder auf die Güte überprüft werden. Sowohl beim Labortechniker als auch beim Funkamateur kommt es häufig vor, daß Schwingkreise, die vorher „über den Daumen gepeilt" dimensioniert oder auch berechnet wurden, nach dem Einbau in eine Schaltung im Zusammenwirken mit anderen Bauteilen auf ihre Resonanzfrequenz untersucht werden müssen.

Die gesamte Schaltung braucht dabei noch gar nicht endgültig in Betrieb genommen zu werden, vielmehr können die Werte der Schwingkreise ohne Anlegen der Betriebsspannungen im „kalten" Zustand ermittelt werden. So können Schaltungsaufbauten vor einer endgültigen Fertigstellung, also schon in einzelnen Bauabschnitten, auf ihre hochfrequenten Eigenschaften hin überprüft und Fehldimensionierungen oder sonstige Schaltfehler gefunden werden. Bei komplizierten Schaltungsaufbauten ist diese Möglichkeit sehr wichtig: sie kann viel unnötige Arbeit und Zeit ersparen. Bei gedrängten Aufbauten ist das Auswechseln eines Bauteiles nach der Fertigstellung meist mit Schwierigkeiten verbunden, und oft müssen andere benachbarte Bauteile vorher entfernt werden.

Dazu kommt noch, daß derartige „auseinandergerupfte" Schaltungen nach dem Wiederherstellen nur selten das saubere Aussehen haben, das sie nach dem ersten Aufbau aufwiesen.

Der Praktiker verfährt beim Aufbau einer Schaltung so, daß er nach dem Verdrahten und Bestücken einer Empfänger- oder Senderstufe den oder die dazugehörigen Schwingkreise auf die Resonanzfrequenz hin untersucht und erst nach dem Feststellen der richtigen Werte mit dem Bau der nächsten Stufe beginnt.

Eine so durchgeführte Montage und Verdrahtung ergibt nach der Fertigstellung der ganzen Schaltung die Gewißheit, daß sie auf Anhieb funktioniert, sofern in der Stromversorgung keine Fehler enthalten sind. Es bedarf dann meist nur noch eines Feinabgleichs der einzelnen Schwingkreise, der in der Hauptsache durch das veränderliche Verhalten einzelner Bauteile im Betriebszustand bedingt ist.

So ändern beispielsweise Transistoren und Dioden ihre Elektrodenkapazitäten um einen erheblichen Betrag durch Anlegen der Betriebsspannungen. Es ist dies eine unangenehme Eigenschaft, die bei der Dimensionierung einer Schaltung zu berücksichtigen ist. Erschwerend kommt bei Transistoren noch der meist sehr niedrige Ein- oder Ausgangswiderstand hinzu. So hat ein Transistor in der Basisschaltung einen sehr niedrigen Eingangswiderstand, der einen am Emitter liegenden Schwingkreis derart bedämpft, daß er mit dem Dipmeter nicht mehr zu prüfen ist. Der Transistor wird in diesem Falle vom Schwingkreis getrennt und letzterer allein auf seine Resonanzfrequenz untersucht. Bei dem Dipvorgang ergibt sich dann bei richtiger Dimensionierung des Schwingkreises ein etwas über der Sollfrequenz liegender Wert, weil die Eingangskapazität des Transistors am Schwingkreis nicht mehr wirksam ist. Ist diese Eingangskapazität bei der gegebenen Betriebsspannung bekannt, so kann man beim Dipvorgang einen Kondensator mit dem gleichen Wert behelfsmäßig parallel zu dem Schwingkreis schalten, um ihn auf der Sollfrequenz messen zu können.

Ausgangsseitig, also am Kollektor, hat ein in Basisschaltung arbeitender Transistor dagegen einen verhältnismäßig hohen Widerstand, so daß hier meist ohne eine Trennung von Schwingkreis und Transistor auszukommen ist.

Ähnliche Verhältnisse sind bei der Emitterschaltung eines Transistors zu finden. Auch hier ist der Eingangswiderstand des Transistors so niedrig, daß ein Schwingkreis, in diesem Falle an der Basis, dermaßen bedämpft wird, daß er unter Umständen mit einem Dipmeter nur mit Mühe aufzufinden ist. Der Ausgangswiderstand einer Emitterschaltung ist zwar schon bedeutend niederohmiger als bei der Basisschaltung, er hat aber noch Werte, die bei einiger Übung und Aufmerksamkeit noch eine Prüfung mit dem Dipmeter an den Schwingkreisen zulassen.

Bei der Kollektorschaltung ist die Messung eines Schwingkreises nur am Eingang möglich. In dieser Schaltung hat der Transistor eingangsseitig den höchsten Widerstand, dagegen ist er ausgangsseitig so niederohmig, daß ein daran liegender Schwingkreis mit einem Dipmeter nicht mehr zu finden ist.

In Schaltungen, die mit Röhren bestückt sind, sind diese Schwing-Schwierigkeiten nicht so ausgeprägt. Aber auch hier sind Fälle denkbar, wie beispielsweise die Gitterbasisschaltung, die besondere Maßnahmen zur Messung von Schwingkreisen erforderlich machen.

In diesem Abschnitt sei auch der Funkamateur auf die Verwendung von Dipmetern bei Antennenmessungen hingewiesen. Zu Resonanzmessungen wird das Dipmeter induktiv mit der zu prüfenden Antenne gekoppelt. Einige Windungen am Ende der Speiseleitung, oder noch besser am Einspeisepunkt der Antenne selbst, dienen dazu. Je nach dem Frequenzbereich sind bis zu etwa fünf Windungen erforderlich. Bei VHF-Antennen sind eine bis zwei Windungen als Koppelschleife ausreichend.

In Verbindung mit einer Impedanzmeßbrücke kann man mit dem Dipmeter als Oszillator den Eingangswiderstand von Antennen ermitteln.

7 Bauvorschlag für einen Absorptionsfrequenzmesser

An verschiedenen Stellen dieses Buches wurde bereits darauf hingewiesen, daß Dipmeter auch als Absorptionskreise verwendbar sind. Nachdem dies aber beispielsweise beim Transistor-Dipmeter mit Anzeigeverstärker schaltungsmäßig Schwierigkeiten macht und bei hohen Frequenzen im VHF-Bereich auch bei Röhren-Griddipmetern die Empfindlichkeit gering wird, sei noch ein spezieller Absorptionskreis beschrieben, der von Kurzwelle bis in den Dezimeterbereich hinein brauchbar ist.

Insbesondere für den Funkamateur ist ein solcher Absorptionskreis ein billiges aber sehr wertvolles Meßgerät, mit dem Oszillatorschaltungen und einzelne Senderstufen auf ihre Frequenz hin überprüft werden können. Die Empfindlichkeit ist so groß, daß man selbst ganz schwach schwingende Kreise noch testen kann. Die kleinen Abmessungen erlauben es außerdem, selbst in einen gedrängten Schaltungsaufbau einzutauchen, was mit den handelsüblichen Absorptions-Frequenzmessern nicht möglich ist.

Im Abschnitt 3.8 wurde beschrieben, wie ein Transistor-Dipmeter als Absorptions-Frequenzmesser benützt werden kann; bis zu etwa 50 MHz ist dies gut möglich. Darüber hinaus wird diese Methode insofern problematisch, als die Transistoren beim Abschalten der Betriebsspannung ihre Elektrodenkapazitäten in erheblichem Umfang ändern. Je nach der verwendeten Transistortype sind diese Kapazitätsänderungen verschieden groß. Die Eichung des Dipmeters würde bei einer Verwendung als Absorptionskreis nicht mehr ganz stimmen.

Funkamateure arbeiten aber nicht nur in den Kurzwellenbereichen, sondern außer auf VHF auch noch in den UHF-Bereichen, für die der Bau von Dipmetern mit den üblichen Mitteln nicht mehr möglich ist. In den letzten Jahren ist beim Bau von kleinen, tragbaren Funkstationen neben dem 2-m-Band auch das 70-cm-Band interessant geworden. Senderseitig werden dazu einfache Frequenzverdreifacher mit Varactordioden hinter dem 2-m-Sender verwendet. Wenn auch in der einschlägigen Literatur

viele Schaltungsvorschläge für solche Geräte gemacht werden, so ist doch die Dimensionierung der einzelnen Schwingkreise und vor allem der endgültige Abgleich der Geräte für den Funkamateur manchmal ein Problem.

Die üblichen Dipmeter und sonstigen einfachen Meßmittel sind meist nur bis in den VHF-Bereich hinein brauchbar. Der nachstehend beschriebene Frequenzmesser erlaubt es, neben den KW- und UKW-Bereichen aktive Schwingkreise bis etwa 450 MHz noch sicher auszumessen. Dabei genügen kleinste Schwingleistungen, um eindeutige Messungen zu erzielen. Das Gerät hat ein so kleines Gehäuse, daß es, ohne als Ballast empfunden zu werden, im „Portabel-Versuch" Verwendung finden kann. Dabei ermöglicht es z. B., die Abstrahlung der VHF-Antenne zu kontrollieren oder an ihr Abgleicharbeiten vorzunehmen.

Bild 86 zeigt die Schaltung des Gerätes. Ein Schwingkreis mit dem Drehkondensator C 1 und den Steckspulen L 1 gibt eine Hf-Spannung ab, die mit der Diode D gleichgerichtet und mit dem Mikroamperemeter angezeigt wird.

Sämtliche Teile des Gerätes sind in einem kleinen Gehäuse aus Aluminiumblech untergebracht und so auch gegen Beschädigung geschützt. Die Gehäuseabmessungen richten sich nach den vorhandenen Bauteilen. Das Mustergerät ist 90 mm lang, 50 mm breit und 40 mm tief. Der U-förmig gebogene Oberteil wird nach dem Zuschnitt gebohrt und dann entsprechend abgekantet. Das große Loch für das Milliamperemeter wird günstigerweise mit einem Kreisschneider schon vor dem Zuschneiden herausgeschnitten. Damit wird ein Verbiegen des sonst schmalen Blechstreifens verhindert. Ein kleines Profilinstrument, wie es z. B. beim Transistor-Dipmeter gemäß Abschnitt 3.7 verwendet wurde, wäre mit den kleineren Abmessungen noch günstiger.

In **Bild 87** ist der Gehäuseoberteil als eigentliches Chassis zu sehen. Um es mit brauchbaren Schraubgewinden versehen zu können, wurde es aus 2 mm starkem Aluminiumblech gefertigt. Links neben dem großen Loch für das Instrument sind die Befestigungslöcher für den Drehkondensator ersichtlich. In **Bild 88** ist links das Chassis von der Stirnseite her zu sehen. Es sind auf dieser Seite übereinander zweimal drei Löcher für Steckbuchsen vorgesehen, die aber, wie sich später im praktischen

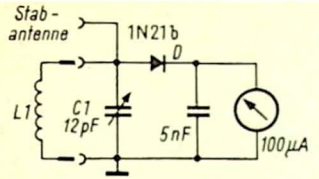


Bild 86. Schaltschema eines Absorptionsfrequenzmessers

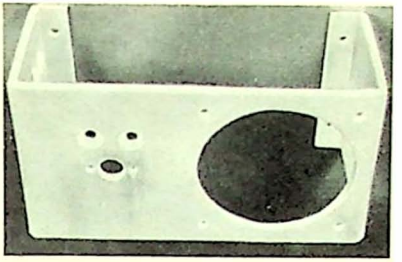
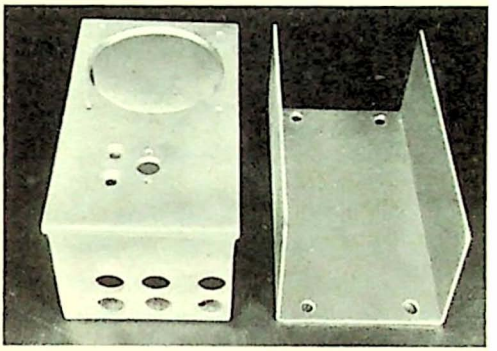


Bild 87. Gehäuseoberteil des Absorptionsfrequenzmessers

Bild 88. Chassis und Abdeckhaube des Absorptionsfrequenzmessers



Betrieb herausstellt, in der vorgesehenen Anzahl nicht erforderlich sind. Von den drei Buchsen dienen zwei für die Aufnahme der Steckspulen, die auch dieses Mal wieder auf Antennenstecker montiert werden. Die dritte Buchse ermöglicht es, eine Stabantenne anzustecken; am besten ist es eine Teleskopantenne aus einem kleinen Transistor-Rundfunkempfänger. Sie erlaubt es, vor Antennen Feldstärkemessungen vorzunehmen. Bild 88 zeigt rechts die Abdeckhaube, die durch viermaliges Verschrauben mit dem Chassis dem ganzen Gehäuse erst die richtige Festigkeit gibt.

Bild 89 zeigt den Innenaufbau des Gerätes. Ganz dicht hinter den Steckbuchsen ist der Abstimmdrehkondensator montiert. Von den Buchsen wurde außer dem Lötansatz noch ein Stück des Gewindes abgeschnitten, um ihre Länge zu verringern und so die Induktivität zu erniedrigen. Die Lötfahnen des Dreh-

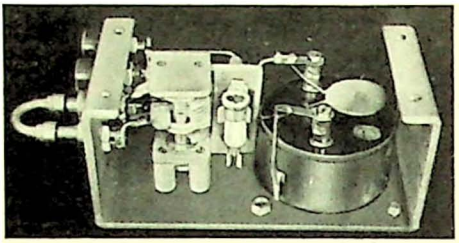


Bild 89. Innenaufbau des Absorptionsfrequenzmessers

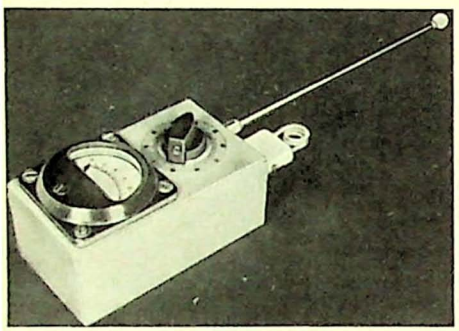


Bild 90. Absorptionsfrequenzmesser mit aufgesteckter Spule und Stabantenne

kondensators wurden ebenfalls, um die Induktivität zu verringern, durch kleine Blechstreifen verstärkt. Dadurch war es möglich, mit einem Kurzschlußbügel als Spule den Meßbereich bis auf 450 MHz herauf zu erweitern. Das Geizen mit den Induktivitäten mag etwas übertrieben erscheinen; um aber das gesteckte Ziel zu erreichen, waren diese Maßnahmen unbedingt erforderlich.

Als Abstimmdrehkondensator wurde eine kleine Zweigang-Type, wie sie im UKW-Teil von kleinen Transistor-Rundfunkempfängern zu finden ist, verwendet. Im Mustergerät wurde eine Sektion des Zweigangdrehkondensators bis auf je eine Platte für den Stator und den Rotor verkleinert. Für den so in der Kapazität stark verringerten Drehkondensator waren die zweiten drei Steckbuchsen vorgesehen; in dieser Kombination sollten die höchsten Frequenzen erzielt werden. An die anderen drei Buchsen sind die Lötfahnen des nicht verkleinerten Drehkondensator-Teiles angeschlossen. Im praktischen Betrieb stellte sich jedoch heraus, daß der verkleinerte Drehkondensator ledig-

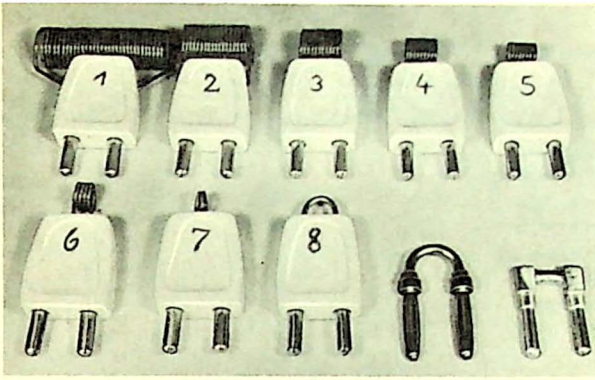


Bild 91. Spulenzusammenstellung zum Absorptionsfrequenzmesser

lich eine recht niedrige Frequenzvariation ergab und die obere Grenzfrequenz nicht viel höher war als mit dem größeren Kondensatorteil. Für den Nachbau sei deshalb empfohlen, den Drehkondensator ohne Änderung zu verwenden, d. h. nur eine Sektion unverändert mit den Buchsen für die Steckspulen zu verbinden. Die zweite Buchsenanordnung kann also entfallen. Das vereinfacht den Aufbau gerade an dieser engen Stelle. Die zur Hf-Gleichrichtung dienende Diode, im vorliegendem Mustergerät eine 1 N 21 b, wurde in einem Sicherungshalter in die Schaltung eingebaut.

In **Bild 90** wird das betriebsfertige Gerät mit aufgesteckter Spule und Stabantenne vorgestellt. Die Skala hat eine Einteilung von 0 bis 100 Grad. Nachdem der verwendete Drehkondensator ein eingebautes Getriebe mit einer Übersetzung von 1 : 2 hatte, war die ganze Skala mit dem Drehwinkel von 360 Grad auszunützen.

Mit den in **Bild 91** zusammengestellten Spulen ist ein Frequenzbereich von 18,5 bis 460 MHz zu erfassen. Durch weitere Spulen mit einer größeren Windungszahl kann der Frequenzbereich nach unten erweitert werden. Die Windungszahlen der angefertigten Spulen sind in **Tabelle 5** zusammengestellt.

Zum praktischen Betrieb des Frequenzmessers gelten die gleichen Empfehlungen wie bei den Dipmetern. Um genaue Meß-

Tabelle 5: Spulendaten zum Absorptionsfrequenzmesser

Frequenzbereich MHz	Windungszahl	Draht-ϕ mm	Spulen-ϕ mm	Spulenlänge mm
18,5 bis 29,0	33	1,0	11	48
25,7 bis 40,0	18	1,0	11	21
34,7 bis 56,0	11	1,0	11	12
48,0 bis 70,0	9	1,0	8	10
65,0 bis 97,0	8	1,0	6	9
91,0 bis 146,5	4	1,0	6	5
130,0 bis 206,0	2	1,0	6	3
160,0 bis 265,0	0,5	2,0	7	–
265,0 bis 460,0	0,5	4,0	11	–

ergebnisse zu erzielen, ist vor allem eine möglichst lose Kopplung zum aktiven Schwingkreis wichtig. Bei der Ankopplung an Senderstufen ist Vorsicht am Platze. Eine zu enge Kopplung mit dem Schwingkreis der Senderstufe könnte bei größeren Leistungen die Diode bzw. das Instrument beschädigen.

Wie am Eingang dieses Abschnittes bereits kurz angedeutet, kann dieser Frequenzmesser beim Abgleich von Varactor-Frequenzvervielfachern gute Dienste leisten. Wie aus **Bild 92** zu entnehmen, ist mit der Spule 9 (in Bild 91 ganz rechts unten) die Frequenz des 70-cm-Bandes von 432 MHz noch gut zu erfassen. Beim Abgleich wird der Frequenzmesser mit dem Ausgangskreis gekoppelt, und die 144- und 432-MHz-Kreise werden auf Maximum abgeglichen. Der Idlerkreis für 288 MHz wird nach dem Einstellen des Frequenzmessers auf diese Frequenz auf minimalsten Ausschlag am Frequenzmesser abgestimmt; dabei ist dieser nach wie vor an den Ausgangskreis angekoppelt. Der Abgleich eines Varactor-Verdreifachers mit der sonst üblichen Lämpchen-Methode ist wesentlich schwieriger und kann zu Fehlabstimmung Anlaß geben. Der Abgleich mit dem Frequenzmesser ist eindeutig und einwandfrei.

Ein nützliches Anwendungsgebiet für den Frequenzmesser ergibt sich beim Abgleich von Empfängeroszillatoren und bei quarzstabilisierten Oberton-Oszillatoren. Gerade bei letzteren ist es wichtig, feststellen zu können, ob der Oszillator auf der richtigen Ordnungszahl des Obertonquarzes schwingt.

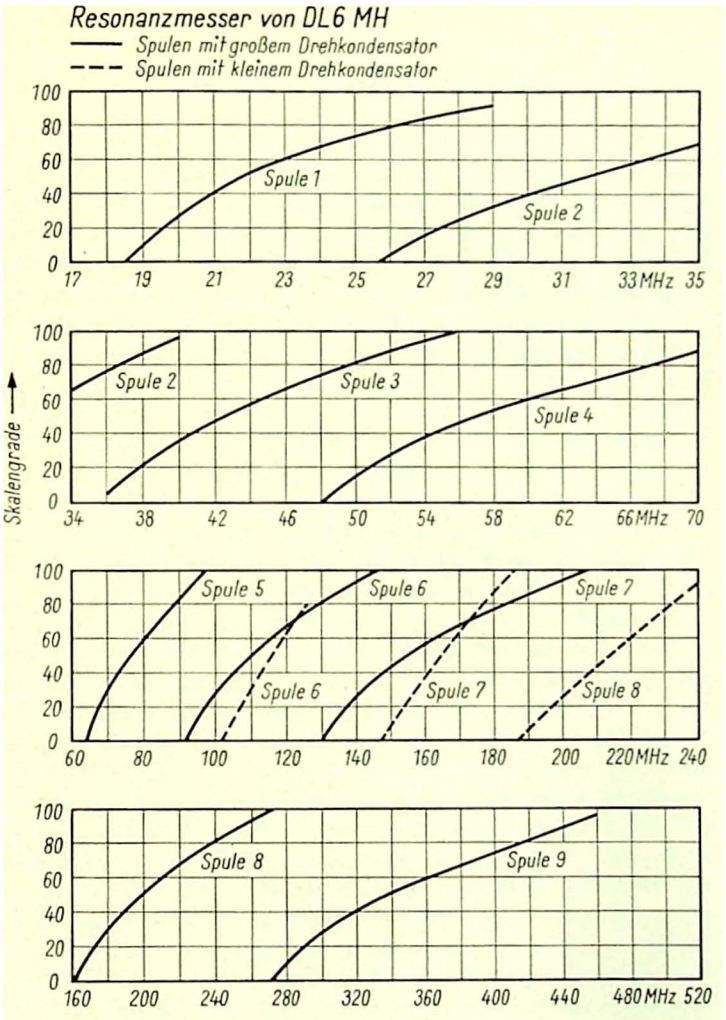


Bild 92. Abstimmkurven zu den Spulen nach Bild 91

8 Abschlußbetrachtungen

Im vorliegenden Buch wurden einfache und billig zu erstellende Prüf- und Meßgeräte beschrieben, die im großen Arbeitsgebiet der Funktechnik sehr vielseitig verwendet werden können. Trotz ihrer Einfachheit haben diese Geräte in der Praxis noch nicht die ihnen gebührende Anerkennung gefunden. In den meisten Fällen liegt es an der Unkenntnis über die Verwendungsmöglichkeiten. Der Rundfunk- und Fernsehtechniker bemüht sich oft, mit einem großen Aufwand von teueren Meßgeräten Fehler in den Geräten aufzuspüren, was in vielen Fällen wesentlich schneller und einfacher mit einem Dipmeter möglich gewesen wäre.

Der sogenannte „Newcomer" unter den Funkamateuren beginnt, wie man sehr häufig feststellen kann, mit dem Bau eines Senders, und wenn er dann nach längerer Zeit noch keine Sendelizenz erreicht hat, mit dem Bau eines Empfängers. Dies klingt vielleicht etwas paradox, aber leider ist diese Reihenfolge bei den Bauprojekten sehr häufig zu finden. Erst wenn sich der Amateur wochen- und monatelang mit allen denkbaren Mißerfolgen abgequält hat, kommt er günstigstenfalls auf die Idee, sich ein Dipmeter zu bauen. Bei der Anwendung an seinen selbstgebauten Sende- und Empfangsgeräten kommt er dann erst dahinter, daß dieses Instrument äußerst wertvoll ist und eigentlich am Anfang aller Bauvorhaben schon vorhanden sein sollte.

Jeder Lehrling der Rundfunkbranche und jeder angehende Funkamateur sollte sich einmal ein Dipmeter in einer der hier beschriebenen Ausführungen selbst bauen. Auf diese Weise kommt er mit der Dimensionierung von Schwingkreisen und Oszillatorschaltungen in Berührung. Die Erfahrungen, die er dabei sammeln kann, sind von unschätzbarem Wert für spätere Arbeiten an komplizierten Schaltungen. Nebenher kommt er zu einem praktischen Meßgerät, das er sehr vielseitig verwenden kann. Der vorliegende Band sollte deshalb nicht nur ausgesprochene „Kochrezepte" geben, sondern er soll speziell den jungen Technikern den Ansporn vermitteln, auf diesem Gebiet konstruktiv tätig zu werden. So wird es sicher zu gegebener Zeit

z. B. möglich sein, mit entsprechenden Hf-Transistoren Dipmeter für den UHF-Bereich bis 800 MHz zu bauen. Schaltungsmäßig werden diese auch nicht viel anders sein als diejenigen für niedrige Frequenzbereiche.

Literaturverzeichnis

Siemens: Schaltungen mit Halbleiterbauelementen, Band 1, von Erich Gelder und Walter Hirschmann.

Intermetall: Sonderdruck, Diffundierte Silizium-Kapazitätsdioden, von H. Keller, M. Lehmann und L. Micie.

Grundig: Bedienungsanleitung für Resonanzmeter 701 und Resonanzmeter 709.

The Radio Amateur's Handbook 1955: Testoscillators.

QST, Februar 1962: UHF-Griddiper.

DL-QTC, Juni 1959: Ein interessantes Grid-Dip-Meter.

FUNKSCHAU, Nr. 4/1963: Tunnel-Diper, ein modernes Prüfgerät.

FUNKSCHAU, Nr. 17/1963: Ein Transistor-Dipmeter.

Sachverzeichnis

A

Absorptionsfrequenzmesser 20, 73, 74, 81, 103
Abstimmdiode 49
Abstimmdrehkondensator 47
Abstimmeinrichtung 47
Abstimmkurven 35, 50, 62, 69, 80, 109
Abstimmpotentiometer 67
Antennenuntersuchung 98
Anwendungsgebiete 15, 16, 92
Anzeigeeinrichtung 10, 11, 12, 13, 14, 22, 23, 24, 44, 45, 46
Anzeigeempfindlichkeit 45
Ausgangswiderstand 100, 101

B

Batterien 54, 55, 56
Bauvorschlag 56, 62, 69, 103
Bedienungsknöpfe 60
Blechabwicklung 57, 64, 71, 104

C

Clapposzillator 43, 44
Colpitsschaltung 9, 17, 42

D

Deac 56
Dip 7, 8
Dipmeter, Allgemeines 7, 8

E

Ecoschaltung 18, 19
Eichkurven 79, 80, 81
Eichtabellen 81
Eichung 79, 81, 83, 84
Eingangswiderstand 100, 101
Einschalttaste 61
Einstellskala 14, 15, 25
Elektrodenkapazität 100
Empfindlichkeitsregler 46
Energieentzug 7, 9
Esaki-Diode 7, 76
Esaki-Effekt 76

F

Feineinstellskala 25, 26

G

Gegentaktschaltung 21
Gitterstrom 8, 9
Grid 7
Griddipmeter 7, 8
Grundig-Resonanzmeter 36, 37, 38
Gütefaktor 49, 53, 54

I

Indikatoreinrichtung 86, 87
Industrieausführung 36

K

Kapazitätsdiode 47, 48, 49, 62, 63
Kapazitätsvariationsbereich 53, 55
Kapazitätsverlauf 51, 52
Kurvenschar 26, 27, 36, 50, 62, 65, 75, 109
Kurzwellentransdiper 69, 70, 71, 72

L

Lecherleitung 84, 86, 88, 89, 90
Linkleitung 94, 95, 98

M

Magischer Strich 24
Magisches Auge 12, 13, 24
Meißner'sche Rückkopplungsschaltung 42
Mikrodynanode 55

N

Netzteil 28, 29

O

Oberwellen 83, 84
Oszillograf 25

R

Resonanz 9
Resonanzfall 7
Röhren-Griddipmeter 17
Röhren-Oszillator 9

S

Schwingkreisgüte 11
Skala 25, 26
Skaleneinteilung 26
Spannungsverdoppler-Schaltung 45, 46, 56
Spannungsverlauf 51
Spiegelfrequenz 83, 84
Spreizung 35
Steckspulen 33, 47, 61, 67, 72, 107
Stromverlauf 75
Stromversorgung 27, 54, 78

T

Transdiper 7, 8
Transistor-Batterie 54, 55, 56, 70
Transistordipmeter 8, 41
Transistoroszillator 10
Tunnel-Diode 8, 75
Tunnel-Diper 7, 8, 75, 76, 77
Tunneldioden-Dipmeter 75, 76, 77
Tunneldioden-Oszillator 11, 75

U

UHF-Griddiposzillator 21, 22
Ultra-Audion 43

V

Varactor-Frequenzvervielfacher 108
Verkürzungsfaktor 90
Verstärkerstufe 45

Z

Zeigerdämpfung 23
Zweidrahtleitung 85

76 Bastelpraxis Band II. Theoretische und praktische Grundlagen (Diefenbach). 7. Aufl. DM 2.90.

77/77a Der Selbstbau von Meßeinrichtungen für die Funkwerkstatt (Nieder). 6. Aufl. DM 5.60.

79/79a Bastelpraxis Band III. Praktischer Aufbau von einfachen Prüfgeräten und Empfängern vom Detektor bis zum Super, dazu Verstärker, KW- und Zusatzgeräte (Diefenbach). 7. Aufl. DM 5.60.

80/80b Das Spulenbuch – Hochfrequenzspulen (Sutaner). 5. Aufl. DM 7.90.

81/83 Die elektrischen Grundlagen der Radiotechnik (Leucht). 9. Aufl. DM 7.90.

84 Fernsehantennen-Praxis (Mende). 10. Aufl. DM 2.90.

85 Hi-Fi-Schaltungs- und Baubuch (Kühne). 7. Aufl. DM 2.90.

86/87 Berufskunde für Radio- und Fernsehtechniker und verwandte Berufe (Rose). 3. Aufl. DM 5.60.

88 Schliche und Kniffe für Radiopraktiker Teil II (Kühne). 5. Aufl. DM 2.90.

89/90a Autoempfänger (Manzke). 2. Aufl. DM 7.90.

91/92 Superhet-Empfänger mit Röhren und mit Halbleitern (Sutaner). 3. Aufl. DM 5.60.

93/94 Transistorschaltungen für die Modellfernsteuerung (Bruß). 6. Aufl. DM 5.60.

95/96 Fotozellen und ihre Anwendung (Beitz/Hesselbach). 3. Aufl. DM 5.60.

97/98 Kleines Stereo-Praktikum (Kühne/Tetzner). 4. Aufl. DM 5.60.

99 Wie arbeite ich mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen? (Sutaner). 6. Aufl. DM 2.90.

100 Daten- und Tabellensammlung für Radiopraktiker (Mende). 2. Aufl. DM 2.90.

101/102 Elektronische Orgeln und ihr Selbstbau (Böhm). 4. Aufl. DM 5.60.

103 Die Wobbelsender (Sutaner). 3. Aufl. DM 2.90.

104 Transistorsender für die Fernsteuerung (Bruß). 4. Aufl. DM 2.90.

105/05a Lautsprecher und Lautsprechergehäuse für HiFi (Klinger). 4. Aufl. DM 5.60.

106/07 Netztransformatoren und Drosseln (Klein). 2. Aufl. DM 5.60.

108 Amateurfunk-Superhets (Gerzelka). 2. Aufl. DM 2.90.

109/10 Transistor-Amateurfunkgeräte für das 2-m-Band (Reithofer). 3. Aufl. DM 5.60.

111/12 Meßinstrumente und ihre Anwendung (Köhler). 2. Aufl. DM 5.60.

113 Elektronische Experimente (Büscher). 3. Aufl. DM 2.90.

114 Halbleiter-Experimente (Kleemann). 2. Aufl. DM 2.90.

115/16 Elektronische Schaltungen mit Fotozellen (Hennig). 2. Aufl. DM 5.60.

117/18 Einseitenbandtechnik für den Funkamateur (Hillebrand). 2. Aufl. DM 5.60.

119/20 Gedruckte Schaltungen (Sutaner). 2. Aufl. DM 5.60.

121/23 Bastelpraxis Band IV. Transistorpraxis (Diefenbach). 2. Aufl. DM 7.90.

124/25 Technische Akustik (Klinger). 1. Aufl. DM 5.60.

126/27 Betriebstechnik des Amateurfunks (Henske). 1. Aufl. DM 5.60.

128/30 Meßsender, Frequenzmesser und Multivibratoren (Sutaner). 1. Aufl. DM 7.90.

131/33 Elektronische Grundschaltungen (Schweigert). 2. Aufl. DM 7.90.

134/35 Kleines Halbleiter-ABC (Büscher). 1. Aufl. DM 5.60.

137/40 Farbfernsehen (Welland). 2. Aufl. DM 10.80.

141/42 Dipmeter mit Röhren, Transistoren und Tunneldioden (Reithofer). Aufl. DM 5.60.

143/44 Stereo-Decoder, Funktion und Schaltungstechnik (Ratheiser). 1. Aufl. DM 5.60.

145/46 Transistor-Gleichspannungswandler (Schweitzer). 1. Aufl. DM 5.60.

147/52 Erfolgreicher Fernseh-Service. Taschen-Lehrbuch der Fernsehempfänger-Reparaturtechnik (Lummer). 1. Aufl. DM 15.80.

electronic-bausücher
heute und morgen

301/03 Nf-Elektronik (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

304/06 Transistor-Schaltverstärker (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

307/09 Elektronische Schranken und Wächter (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

310/12 Thyristor-Schalter und -Regler für den Heim- und Werkstattgebrauch. (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

313/15 Elektronische Hilfsgeräte für den Heim- und Werkstattgebrauch (Sabrowsky). 1. Aufl. DM 7.90.

REITHOFER, Ingenieur J.

Dipmeter mit Röhren, Transistoren und Tunneldioden 2. Auflage

141/142
Doppel-Band

Dieses Buch befaßt sich mit dem einfachsten hochfrequenztechnischen Meßgerät, das trotzdem sehr vielseitig in der Anwendung und von großem Wert für den Praktiker ist; jede Radio- und Fernsehwerkstatt sollte darüber verfügen, und jeder Amateur wird es mit Vorteil verwenden. Das Dipmeter erfährt hier eine gründliche Darstellung; alle seine Abarten — mit Röhren und mit Transistoren — werden beschrieben. Von mehreren erprobten Dipmetern werden die Bauanleitungen gebracht. Jeder Leser dieses ganz auf die Meßpraxis eingestellten Buches dürfte zu der Überzeugung kommen: Es lohnt sich, mit dem Dipmeter zu arbeiten!

Ingenieur J. Reithofer ist mit seinem Rufzeichen DL 6 MH auf dem Gebiet der VHF- und UHF-Amateurfunktechnik im In- und Ausland weithin bekannt. Seit der Wiederlizensierung der deutschen Funkamateure befaßt er sich vorwiegend mit dem Bau und Betrieb von VHF- und UHF-Geräten mit amateurmäßigen Mitteln; auch wirkte er bei der Erforschung der Ausbreitungsphänomene der Ultrakurzwellen mit großer Ausdauer erfolgreich mit. Als „Vater" des UKW-Funkwettbewerbes Bayerischer Bergtag, kurz BBT genannt, hat er sich nicht nur in fast ganz Europa einen Namen gemacht, sondern auch vielen Interessenten dieses immer beliebter werdenden Wettbewerbes beim Bau der kleinen 2-m-Geräte geholfen.

RADIO-PRAKTIKER BÜCHEREI